



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“EVALUACIÓN TECNOLÓGICA Y SENSORIAL DE
PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINA
DE QUINUA (*chenopodium quinua wild.*) Y TARWI
(*lupinus mutabilis sweet*)”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

AUTORES

- . BACH. PANTOJA TIRADO LUCIA RUTH**
- . BACH. PRIETO ROSALES GINO PAUL**

ASESORA:

DRA. ELZA AGUIRRE VARGAS

NUEVO CHIMBOTE - PERÚ

2014



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



HOJA DE CONFORMIDAD DE ASESOR

El presente trabajo de tesis titulado: “EVALUACIÓN TECNOLÓGICA Y SENSORIAL DE PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa wild.*) Y TARWI (*Lupinus mutabilis sweet*)”. Ha contado con el asesoramiento de quien deja constancia de su aprobación. Por tal motivo, firmo el presente trabajo en calidad de Asesora. Designado por RESOLUCION DECANATURAL N° 218 – 2013 – UNS – FI.

DRA. ELZA AGUIRRE VARGAS
ASESORA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



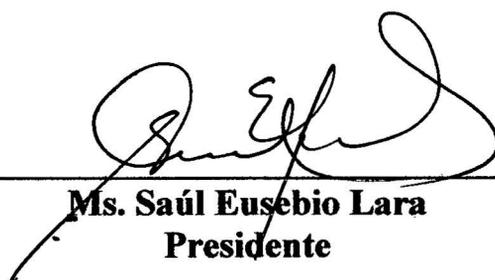
**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

*“Evaluación Tecnológica y Sensorial de Pastas Alimenticias
Enriquecidas con Harina de Quinoa (*Chenopodium quinoa wild.*) y
Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*)”*

TESISTAS

Bach. Pantoja Tirado Lucia Ruth
Bach. Prieto Rosales Gino Paul

Revisado y Aprobado el día 22 de Enero de 2014 por el siguiente
Jurado Evaluador, designado mediante Resolución Decanatural N°
013 – 14 – UNS – CFI:



Ms. Saúl Eusebio Lara
Presidente



Dra. Elza Aguirre Vargas
Secretaria



Ms. Williams Castillo Martínez
Integrante

DEDICATORIA

A **Dios**, el cual guía cada uno de mis pasos y me da la fortaleza para seguir adelante. Por haberme dado la mejor familia del mundo.

A mi madre **Milagros**, por su amor, cariño y comprensión y siempre estar ahí compartiendo mis alegrías y penas por los sabios consejos.

A mi padre **Santos**, una persona digna de emular un gran hombre y un mejor padre, por los grandes consejos y ese buen hábito de inculcarnos siempre ser los mejores en nuestro rubro.

A mis hermanos **Pedro, Estrella y Deysi**, por su apoyo incondicional y por creer siempre en mí.

A mi **familia, amigos y profesores** que siempre me ayudaron de una u otra manera en mi vida universitaria.

Lucia

DEDICATORIA

A Dios.

Quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi madre Clotilde.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Rodolfo.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor

A mis hermanos (as)

Marcos, Elsa, Margarita, Jessica, Zaida, Eder, Elmer, por sus consejos, paciencia y toda la ayuda que me brindan para triunfar en la vida.

Dedico esta tesis a una persona muy especial e importante en mi vida, **Ana Laiz Silva** por ser una persona excepcional. Quien me ha brindado su apoyo incondicional y ha hecho suyos mis preocupaciones y problemas. Gracias por tu amor, paciencia y comprensión.

Gino

AGRADECIMIENTOS

A las enseñanzas de todos nuestros profesores en especial al Dr. Gilbert Rodríguez, Dra. Luz Paucar, Mg. Williams Castillo, Mg. Jorge Domínguez, Mg. Cesar Rojo, Ing. Saúl Eusebio y de manera muy especial a nuestra asesora la **DRA. ELZA AGUIRRE VARGAS** por brindarnos su apoyo incondicional para la iniciativa, formulación, desarrollo y culminación del trabajo de investigación.

A los técnicos de la escuela académica profesional de Ingeniería Agroindustrial como: al Ing. Lenin Palacios, Ing. John Gonzales, Ing. Soledad Quezada, por su apoyo y orientación incondicional en el desarrollo de este trabajo.

A la Srta. Silvia Huacacolqui Minaya, encargada de la Biblioteca Especializada de Agroindustria, quién nos brindó importante material bibliográfico, el cual ha sido fundamental para el desarrollo de este trabajo.

A todos nuestros compañeros de la promoción 2008 de Ingeniería Agroindustrial en especial al Bach. Eudes Villanueva, Bach. Darwin Castillo y Enrique Zapata.

LOS AUTORES

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
	2.1. La Quinoa (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>).....	3
	2.1.1. Generalidades de la quinoa.....	3
	2.1.2. Taxonomía y morfología.....	3
	2.1.3. Producción nacional.....	3
	2.1.4. Composición química.....	4
	2.1.5. Saponinas en quinoa.....	9
	2.1.6. Desamargado (desaponificado o escarificado).....	10
	A) El método húmedo.....	11
	B) El método seco o escarificado.....	11
	C) El método combinado.....	11
	2.1.7. Harina de quinoa.....	11
	A) Obtención de harina de quinoa.....	11
	2.1.8. Usos de la quinoa.....	14
	2.2. Tarwi (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>).....	15
	2.2.1. Generalidades de la quinoa.....	15
	2.2.2. Taxonomía y morfología.....	15
	2.2.3. Producción nacional.....	16
	2.2.4. Composición química.....	17
	2.2.5. Toxicidad del tarwi.....	19
	2.2.6. Proceso de desamargado.....	21
	A) Extracción mediante agua.....	22
	B) Extracción con alcohol.....	24
	C) Gasificación con óxido de etileno.....	24
	D) Por maceración con ácidos orgánicos débiles.....	24
	E) Proceso modificado de tratamiento hidrotérmico.....	24
	2.2.7. Harina de tarwi desamargada.....	25
	A) Obtención de Harinas Precocidas de Tarwi.....	25
	2.2.8. Usos del tarwi.....	27
	2.3. Trigo.....	28
	2.3.1. Generalidades del Trigo.....	28
	2.3.2. Taxonomía y morfología.....	28
	2.3.3. El trigo fideero.....	29
	2.3.4. Composición química del trigo y harina.....	29
	2.4. Pastas alimenticias.....	34
	2.4.1. Definición.....	34
	2.4.2. Clasificación de las pastas alimenticias.....	35
	2.4.2.1. Por el contenido de humedad.....	35
	2.4.2.2. Por el proceso de fabricación.....	35
	2.4.2.3. Por su forma.....	35
	2.4.2.4. Por su presentación.....	36

2.4.3.	Características de calidad de las pastas alimenticias.....	36
2.4.4.	Normas de calidad de las pastas y fideos.....	36
2.4.5.	Elaboración de las pastas.....	38
2.4.5.1.	Materia prima.....	39
	A) Harina y/o sémola de trigo.....	39
	B) Agua.....	42
	C) Aditivos.....	43
2.4.5.2.	Ingeniería de proceso de elaboración de pastas.....	45
	A) Recepción de la materia prima.....	46
	B) Limpieza.....	46
	C) Cocción y extrusión.....	46
	D) Laminado y moldeado.....	48
	E) Secado.....	49
	F) Envasado.....	54
2.4.6.	Pastas enriquecidas.....	55
2.5.	Cinética del deterioro de los alimentos y predicción de la vida útil.....	58
2.5.1.	Reacción de orden cero.....	60
2.5.2.	Reacción de primer orden.....	61
2.5.3.	Efecto de la temperatura.....	61
2.6.	Evaluación de la calidad de las pastas.....	64
A)	Reológico.....	64
B)	Tecnológico.....	65
C)	Químico – Físico.....	65
2.6.1.	Calidad de los fideos crudos.....	66
A)	Calidad tecnología.....	66
2.6.2.	Calidad de los fideos cocidos.....	67
A)	Calidad reológica.....	67
B)	Calidad tecnológica.....	68
C)	Calidad organoléptica.....	68
2.6.3.	Análisis microbiológico de las pastas.....	69
2.6.3.1.	Placas Petrifilm™.....	69
2.7.	Características reológicas de las harinas.....	71
2.7.1.	Amilografía.....	71
2.7.2.	Farinógrafo.....	73
2.7.3.	Extensografía.....	76
2.8.	Computo químico.....	78
III.	MATERIALES Y METODOS.....	79
3.1.	Lugar de ejecución.....	79
3.2.	Materia Prima e insumos.....	79
3.2.1.	Harina de trigo.....	79
3.2.2.	Quinoa en grano y harina.....	79
3.2.3.	Tarwi en grano y harina.....	79
3.2.4.	Agua.....	80
3.2.5.	Huevos.....	80

3.2.6. Sal.....	80
3.3. Equipos, materiales y reactivos.....	80
3.3.1. Equipos.....	80
3.3.2. Materiales de Vidrio.....	81
3.3.3. Otros Materiales.....	81
3.3.4. Reactivos.....	82
3.4. Procedimiento experimental de la investigación.....	82
3.4.1. Caracterización de la quinua y tarwi en grano.....	84
3.4.1.1. Humedad.....	84
3.4.1.2. Proteína.....	84
3.4.1.3. Grasa.....	84
3.4.1.4. Ceniza.....	84
3.4.1.5. Fibra.....	84
3.4.1.6. Carbohidratos.....	84
3.4.2. Obtención de las harinas de quinua y tarwi.....	85
3.4.2.1. Obtención de la harina de quinua.....	85
A) Eliminación de impurezas.....	85
B) Lavado del grano.....	85
C) Secado.....	85
D) Molienda y tamizado.....	85
3.4.2.2. Obtención de la harina de tarwi.....	87
A) Limpieza y selección.....	87
B) Hidratación.....	87
C) Pre-Cocción.....	87
D) Pelado.....	87
E) Cocción.....	87
F) Lavado con agua.....	87
G) Secado.....	88
H) Molienda y tamizado.....	88
3.4.2.3. Calculo del rendimiento harinero.....	90
3.4.3. Caracterización de las harinas de trigo, quinua y tarwi.....	90
3.4.3.1. Humedad.....	90
3.4.3.2. Proteína.....	90
3.4.3.3. Grasa.....	90
3.4.3.4. Ceniza.....	90
3.4.3.5. Fibra.....	91
3.4.3.6. Carbohidratos.....	91
3.4.4. Análisis reológico de las formulaciones.....	91
3.4.4.1. Análisis amilográfico.....	91
3.4.4.2. Análisis Farinográfico.....	91
3.4.4.3. Análisis extensográfico.....	92
3.4.5. Calculo del cómputo químico de las formulaciones.....	92
3.4.6. Elaboración de pastas.....	92

3.4.6.1.	Recepción de materia prima.....	93
3.4.6.2.	Pesado.....	94
3.4.6.3.	Mezclado y amasado.....	95
3.4.6.4.	Laminado.....	95
3.4.6.5.	Cortado.....	95
3.4.6.6.	Secado.....	95
3.4.6.7.	Envasado.....	95
3.4.6.8.	Almacenamiento.....	96
3.4.7.	Evaluación de los fideos.....	97
3.4.7.1.	Análisis físico-químico.....	97
	A) Humedad.....	97
	B) Proteína.....	97
	C) Grasa.....	97
	D) Ceniza.....	97
	E) Fibra.....	97
	F) Carbohidratos.....	97
	G) Color.....	98
	H) Índice de peróxidos.....	98
	I) Acidez.....	98
	J) Textura.....	98
	K) Actividad de agua.....	98
	L) pH.....	98
3.4.7.2.	Análisis microbiológico.....	99
	A) Determinación de mohos y levaduras.....	99
	B) Recuento total de bacterias aerobios mesófilos...99	
3.4.7.3.	Análisis sensorial.....	99
3.4.8.	Tiempo de vida útil de los fideos.....	100
3.4.9.	Tiempo de cocción de los fideos.....	100
3.5.	Diseño estadístico.....	100
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	101
4.1.	Caracterización de la materia prima.....	101
4.1.1.	Caracterización de la quinua en grano.....	101
4.1.2.	Caracterización del tarwi en grano.....	102
4.2.	Obtención de las harinas de quinua y tarwi.....	103
4.2.1.	Obtención de la harina de quinua.....	103
	4.2.1.1. Eliminación de impurezas.....	103
	4.2.1.2. Lavado de granos.....	103
	4.2.1.3. Secado.....	103
	4.2.1.4. Molienda y tamizado.....	104
4.2.2.	Obtención de la harina de tarwi.....	105
	4.2.2.1. Limpieza y selección.....	105
	4.2.2.2. Hidratación.....	105
	4.2.2.3. Pre-cocción.....	105

4.2.2.4.	Pelado.....	106
4.2.2.5.	Cocción.....	106
4.2.2.6.	Lavado con agua.....	106
4.2.2.7.	Secado.....	106
4.2.2.8.	Molienda y tamizado.....	107
4.2.2.9.	Calculo del rendimiento harinero.....	109
4.3.	Caracterización de las harinas de trigo, quinua y tarwi.....	109
4.3.1.	Composición químico proximal de la harina de trigo.....	109
4.3.2.	Composición químico proximal de la harina de quinua.....	111
4.3.3.	Composición químico proximal de la harina de tarwi.....	113
4.4.	Análisis reológico de las formulaciones.....	115
4.4.1.	Análisis amilografico.....	115
4.4.1.1.	Graficas de los análisis amilograficos de las formulaciones.....	115
4.4.1.2.	Análisis estadístico de máximo gelatinización (AU) y la temperatura de gelatinización (°C).....	120
4.4.2.	Análisis farinografico.....	121
4.4.2.1.	Graficas de los análisis farinograficos de las formulaciones.....	121
4.4.2.2.	Análisis estadístico de consistencia (FE), absorción de agua (%) y el tiempo de ruptura (mm:ss).....	128
4.4.3.	Análisis extensográfico.....	129
4.4.3.1.	Graficas de los análisis extensograficos de las formulaciones.....	129
4.4.3.2.	Análisis estadístico de la resistencia a la extensión (BU), extensibilidad (mm) y máximo (BU).....	134
4.5.	Calculo del cómputo químico (CQ).....	136
4.6.	Elaboración de las pastas alimenticias.....	140
4.6.1.	Mezclado y amasado.....	140
4.6.2.	Laminado.....	142
4.6.3.	Cortado.....	142
4.6.4.	Secado.....	143
4.6.5.	Envasado.....	144
4.6.6.	Almacenamiento.....	145
4.7.	Evaluación de los fideos.....	146
4.7.1.	Análisis fisico-químico.....	146
A)	Humedad.....	146
B)	Proteína.....	148
C)	Grasa.....	151
D)	Ceniza.....	153
E)	Fibra.....	155
F)	Carbohidratos.....	158
G)	Color.....	160
1.	Luminosidad de las pastas alimenticias.....	160

2.	Cromacidad de las pastas alimenticias.....	162
3.	Ángulo de tonalidad (H) de las pastas alimenticias....	164
H)	Índice de peróxidos.....	166
I)	Acidez y pH.....	168
J)	Actividad de agua.....	171
K)	Textura.....	174
4.7.2.	Análisis microbiológico.....	176
4.7.3.	Análisis sensorial.....	178
4.8.	Tiempo de vida útil de las pastas.....	185
4.8.1.	Primero se calcula la vida útil de las pastas para acidez límite = 0.45% a 45°C.....	185
4.8.2.	Extrapolación de la vida útil a temperatura ambiente = 5 °C....	187
4.9.	Tiempo de cocción de las pastas.....	190
4.10.	Costos de producción.....	193
V.	CONCLUSIONES.....	194
VI.	RECOMENDACIONES.....	196
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	197
	Anexos.....	206

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación taxonómica de la quinua.....	3
Tabla 2: Composición de algunos granos andinos, en comparación con el trigo (g/100g).....	5
Tabla 3: Contenido de proteínas en variedades de quinua germinada, expandida, perlada, harina, hojuela, escarificada y sin escarificar.	6
Tabla 4: Composición de aminoácidos de proteínas de origen animal y de las proteínas de la quinua, trigo y soya. (mg de aminoácidos/g de proteína).....	6
Tabla 5: Contenido de ácidos grasos de la quinua (g/100g de grasa).....	7
Tabla 6: Composición por 100 gr. de porción comestible de diferentes variedades de grano de quinua y productos derivados.....	8
Tabla 7: Saponinas, agregados fítics y taninos de las semillas de quinua comparados con otras semillas.....	10
Tabla 8: Clasificación taxonómica del tarwi.	15
Tabla 9: Producción Nacional Total de Tarwi.	16
Tabla 10: Composición química del tarwi, soya y frijol (g/100g).	17
Tabla 11: Evaluación biológica de la calidad de la proteína de tarwi (%).	17
Tabla 12: Cómputo de aminoácidos de <i>Lupinus mutabilis</i> (variedad semidulce) y <i>Lupinus albus</i> (variedad Astra) (mg de aa/g de proteínas)	18
Tabla 13: Composición de ácidos grasos del aceite de <i>L. mutabilis</i> amargo y semidulce y del <i>L. albus</i> , variedad Astra (% de los ácidos grasos totales)	19
Tabla 14: Contenido de alcaloides es especies amargas y dulces de lupino (%). ..	20
Tabla 15: Clasificación taxonómica del trigo.....	28
Tabla 16: Composición química del trigo y sus derivados en 100 g de alimentos.	30
Tabla 17: Composición química de las diferentes partes del grano de trigo (en % sobre materia seca).	32
Tabla 18: Composición media de las harinas de trigo.	32
Tabla 19: Contenido de azúcares solubles en etanol del 80 % de harinas de trigo.....	33
Tabla 20: Composición de algunos aminoácidos esenciales de las fracciones de proteínas de la harina de trigo. (g / 100 g de proteína).	34
Tabla 21: Categorías comerciales para sémola y semolina de trigo duro	40
Tabla 22: Requerimientos básicos de harina para elaboración de pastas.....	41
Tabla 23: Clasificación de la dureza del agua.	42
Tabla 24: Aditivos alimentarios "Pastas y fideos precocidos y productos análogos".....	44
Tabla 25: Temperaturas y tiempos de secado para pastas.	50
Tabla 26: Principales Sucedáneos del Trigo en nuestro país.....	55
Tabla 27: Composición Químico Porcentual de Sucedáneos del trigo. Sustitución parcial en panes, fideos y galletas.	57

Tabla 28: Reacciones de pérdida de calidad que siguen cinéticas de orden cero y primer orden.....	60
Tabla 29: Fórmula utilizada en la elaboración de pastas.....	93
Tabla 30: Composición porcentual (%) de la Quinua.....	101
Tabla 31: Composición porcentual (%) del Tarwi.....	102
Tabla 32: Composición porcentual (%) de la harina de trigo.....	110
Tabla 33: Composición porcentual (%) de la harina de quinua.....	111
Tabla 34: Composición porcentual (%) de la harina de tarwi.....	113
Tabla 35: Resumen de las formulaciones analizadas por el Amilograma.....	118
Tabla 36: ANVA de máximo gelatinización de las formulaciones.....	120
Tabla 37: ANVA de temperatura de gelatinización de las formulaciones.....	120
Tabla 38: Resumen de las formulaciones analizadas por el Farinograma.....	124
Tabla 39: ANVA de Absorción de agua en las formulaciones.....	128
Tabla 40: ANVA de Consistencia en las formulaciones.....	128
Tabla 41: Resumen de las formulaciones analizadas por el Extensograma.....	132
Tabla 42: ANVA de Resistencia a la Extensión.....	134
Tabla 43: ANVA de Extensibilidad.....	135
Tabla 44: ANVA de máximo.....	136
Tabla 45: El cómputo químico (teórico) para las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi (%).	139
Tabla 46: Cantidad de harina y agua para cada formulación.....	141
Tabla 47: Humedad de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).....	146
Tabla 48: ANVA. Humedad (%).	148
Tabla 49: Proteína de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).....	149
Tabla 50: ANVA. Proteína (%).	150
Tabla 51: Grasa de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).....	152
Tabla 52: ANVA. Grasa (%).	153
Tabla 53: Ceniza de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).....	154
Tabla 54: ANVA. Cenizas (%).	155
Tabla 55: Fibra de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).....	156
Tabla 56: ANVA. Fibra (%).	157
Tabla 57: Carbohidratos de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).....	158

Tabla 58: ANVA. Carbohidratos (%).....	159
Tabla 59: Luminosidad (L) de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).....	160
Tabla 60: ANVA. Luminosidad (L)	161
Tabla 61: Cromacidad (C) de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).....	162
Tabla 62: ANVA. Cromacidad (C).....	163
Tabla 63: Color- Ángulo de tonalidad de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).....	164
Tabla 64: ANVA. Angulo de tonalidad.	165
Tabla 65: Índice de peróxido de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).....	167
Tabla 66: ANVA. Índice de peróxido.....	168
Tabla 67: Acidez y pH de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).....	169
Tabla 68: ANVA. Acidez (%).....	170
Tabla 69: ANVA. pH	171
Tabla 70: Actividad de agua de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).....	172
Tabla 71: ANVA. Actividad de agua.....	173
Tabla 72: Textura de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).....	175
Tabla 73: ANVA. Textura.....	176
Tabla 74: Análisis microbiológico de las pastas, durante los 0 y 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% H.R.).....	177
Tabla 75: Análisis de Sensorial de las 4 formulaciones, durante 0 y 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% H.R.) – fideos en agua y sal.	178
Tabla 76: Análisis de Sensorial de las 4 formulaciones, durante 0 y 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% H.R.) – fideos en sopa.....	179
Tabla 77: Cálculo del “Ln” de la acidez.....	185
Tabla 78: Tiempo de Cocción de las formulaciones a los 0 y 30 días.	191
Tabla 79: ANVA de Tiempo de Cocción de las formulaciones a los 0 y 30 días.	192
Tabla 80: Resumen de costos de las cuatro formulaciones.	193

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Comportamiento de la Producción y Superficie Cosechada.....	4
Figura 2: Principales saponinas presentes en los granos de quinua.....	9
Figura 3: Flujo de operaciones para obtener harina de quinua.....	13
Figura 4: Usos del grano de quinua.....	14
Figura 5: Proceso “Cuzco” desamargado de tarwi y obtención de harina.....	23
Figura 6: Flujo de operaciones para obtener harina precocida de tarwi.....	26
Figura 7: Usos del tarwi.....	27
Figura 8: Estructura del grano de trigo.....	31
Figura 9: Parámetros de calidad de la pasta.....	39
Figura 10: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de pastas.....	45
Figura 11: Amilógrafo Brabender.....	73
Figura 12: Farinógrafo Brabender.....	74
Figura 13: Extensógrafo Brabender.....	77
Figura 14: Esquema experimental para la elaboración de pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi.....	83
Figura 15: Flujo de operaciones para la obtención de harina de quinua.....	86
Figura 16: Flujo de operaciones para la obtención de harina de tarwi.....	89
Figura 17: Flujo de operaciones para la elaboración pastas alimenticias con harina de quinua y harina de tarwi.....	96
Figura 18: Flujo de operaciones para la obtención de harina de Quinua.....	104
Figura 19: Flujo de operaciones para la obtención de harina de tarwi.....	108
Figura 20: Amilograma de la formulación S1.....	115
Figura 21: Amilograma de la formulación S2.....	116
Figura 22: Amilograma de la formulación S3.....	117
Figura 23: Amilograma de la formulación S4.....	117
Figura 24: Farinograma de la formulación S1.....	121
Figura 25: Farinograma de la formulación S2.....	122
Figura 26: Farinograma de la formulación S3.....	122
Figura 27: Farinograma de la formulación S4.....	123
Figura 28: Extensógrafo de la formulación S1.....	129
Figura 29: Extensógrafo de la formulación S2.....	130
Figura 30: Extensógrafo de la formulación S3.....	130
Figura 31: Extensógrafo de la formulación S4.....	131
Figura 32: Mezclado y amasado de las formulaciones.....	141
Figura 33: Laminado de las formulaciones.....	142
Figura 34: Cortado de las pastas.....	143
Figura 35: Secado de las pastas.....	144
Figura 36: Envasado de las pastas.....	144
Figura 37: Almacenamiento de las pastas.....	145
Figura 38: Almacenamiento de las pastas.....	145
Figura 39: Variación de la humedad de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).....	147
Figura 40: Variación de la proteína de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).....	150

Figura 41:	Variación del contenido de grasa de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).	152
Figura 42:	Variación del contenido de ceniza de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).	154
Figura 43:	Variación del contenido de fibra de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).	157
Figura 44:	Variación del % de carbohidrato de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).	158
Figura 45:	Variación de la luminosidad (L) de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).	161
Figura 46:	Variación de la cromacidad (C) de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).	163
Figura 47:	Variación del ángulo de tonalidad de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).	164
Figura 48:	Variación del índice de peróxido de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).	167
Figura 49:	Variación de acidez y pH de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).	170
Figura 50:	Velocidad de alteración de los alimentos, en función de la actividad de agua, según Labuza (1975).	172
Figura 51:	Variación de la actividad de agua de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).	173
Figura 52:	Textura de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).	175
Figura 53:	Análisis sensorial de las 4 formulaciones, durante 0 y 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% H.R.) – fideos en agua y sal.	182
Figura 54:	Análisis sensorial de las Formulaciones S1, S2, S3 y S4; durante 0 y 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% H.R.) – fideos en sopa.	183
Figura 55:	Cinética de la degradación acelerada de la acidez titulable a 45 °C por 30 días de almacenamiento, de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi.	186

RESUMEN

Teniendo en cuenta que las pastas alimenticias se elaboran a base de harina de trigo duro, por lo que se realiza un estudio de enriquecimiento con harina de quinua y harina de tarwi, de las cuales se emplearon; S1=control (100% H. de trigo) y 3 formulaciones: S2(80% H. de trigo, 5% H. de tarwi y 15% H. de quinua); S3(80% H. de trigo, 10% H. de tarwi y 10% H. de quinua) y S4(80% H. de trigo, 15% H. de tarwi y 5% H. de quinua), para lo cual se evaluó la composición química proximal de las harinas, el comportamiento reológico de las formulaciones, entre ellas: amilografía, farinografía y extensografía, las cuales determinan la calidad de las harinas empleadas en la elaboración de pastas alimenticias: amilografía (la temperatura de gelatinización ($^{\circ}\text{C}$) y máximo gelatinización (UA), farinografía (absorción de agua (%), consistencia (FE) y tiempo óptimo de desarrollo (DDT) y extensografía (Extensibilidad (mm), la resistencia a la extensión (BU) y máximo (BU)). Se determinó el análisis química proximal de las pastas alimenticias elaboradas (siendo S4 con mayor porcentaje de proteína = 21.36% y grasa = $4.26\pm 0.08\%$), se evaluó el análisis sensorial de las pastas cocidos en agua-sal y pastas en sopa, de las cuales se obtuvieron las dos mejores formulaciones siendo S1(100% H. de trigo) y S3(80% H. de trigo, 10% H. de quinua y 10% H. de tarwi).

Durante de periodo de almacenamiento en condiciones aceleradas de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, la acidez titulable es afectada negativamente, y en la formulación S4 sobrepasa el límite máximo permitido por la N.T.P.206.010-2011, y con ecuaciones correspondientes se determinó que el tiempo de vida útil a temperatura ambiente (25°C) para un $Q_{10}=3.0$, es de S1=13 meses, S2=7 meses, S3=9 meses. S4=11 meses.

La pasta elaborado con 80% H. de trigo, 10% H. de tarwi y 10% H. de quinua; es altamente nutritivo aportando 19.06% de proteína, 3.23 ± 0.23 de grasa, 0.646 ± 0.004 de ceniza y 2.163 ± 0.004 de fibra.

ABSTRACT

Considering that, pasta products are made from flour of durum wheat so that an enrichment study of quinoa flour and tarwi flour was performed, of which were used; S1 = control (100% wheat flour) and 3 formulations; S2 (80% H. Wheat 5% tarwi flour and quinoa flour 15%); S3 (H. 80% wheat, 10% tarwi flour and quinoa flour 10%) and S4 (H. 80% wheat, 15% tarwi flour, and 5% quinoa flour), For this, the proximal chemical composition of flour and the geological behavior of formulations, including: amilographia, farinographia and extensographia, were evaluated, which determine the quality of flour used in making pasta products: amilographia (gelatinization temperature ($^{\circ}$ C) and maximum gelatinization (UA), farinographia (water absorption (%), consistency (FE) and optimal development time (DDT) and extensographia (Extensibility (mm), the resistance to extension (BU) and maximum (BU)). The proximal chemical analysis of pasta products produced was determined (being S4 the highest percentage of protein = 21.36% and fat = $4.26 \pm 0.08\%$), the sensory analysis of cooked pasta products and pasta soup was evaluated; which the two best formulations were S1 (100% wheat flour) and S3 (80% wheat flour, 10% quinoa flour and 10% tarwi flour).

During the storage period, in accelerated conditions of pasta products enriched with quinoa flour and tarwi; the titratable acidity is negatively affected, and the formulation S4 exceeds the maximum limit permitted by N.T.P. 206.010-2011, and using the corresponding equations, it was determined that the lifetime at room temperature (25° C) for a $Q_{10} = 3.0$, is: S1 = 13 months, S2 = 7 months, S3 = 9 months and S4 = 11 months.

Thus, it is concluded that, the pasta products made with 80% wheat flour, 10% flour tarwi and 10% flour quinoa; is highly nutritious, contributing 19.06% of protein, 3.23 ± 0.23 of fat, 0.646 ± 0.004 of ash and 2.163 ± 0.004 of fiber.

I. INTRODUCCIÓN

Los problemas de malnutrición y hambre en los países en desarrollo, se sustentan en la falta de inclusión de micronutrientes en la dieta y en el bajo consumo de alimentos que contengan buena disponibilidad de proteína, energía y micronutrientes; afirmaciones que son corroboradas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2012). En el departamento de Ancash el problema de la desnutrición es realmente grave el 28.2% sufre de desnutrición crónica, así como también la anemia alcanza el 42.2%, en niños menores de tres años (INEI, 2013), es por ello que al elaborar este nuevo producto queremos ayudar a disminuir este problema de desnutrición existente en nuestra región.

La pasta es un alimento de consumo masivo y de alta aceptabilidad a nivel mundial, debido a su bajo costo, su facilidad de preparación y almacenamiento. Es por ello que en la investigación se planteó desarrollar un nuevo tipo de pastas alimenticias enriquecidas, incorporando nuevas fuentes de proteína, utilizando harina de quinua y harina de tarwi.

Si se demuestra que es posible sustituir la harina de trigo por harina de quinua y harina de tarwi en la elaboración de pastas hasta cierto porcentaje, sin disminuir su calidad nutricional y sensorial, se estará aportando al desarrollo socio-económico de los agricultores, que incrementarían las hectáreas de cultivo de quinua y tarwi.

Al elaborar las pastas, se puede crear la tecnología necesaria y barata para competir con la tecnología actual, haciendo así empresa en el Perú, permitiendo aprovechar mejor este cereal y leguminosa y así reducir los costos del producto.

La harina de quinua el cual tiene un excepcional valor nutritivo, con grandes cantidades de carbohidratos, proteínas vegetales y un excelente balance de aminoácidos esenciales y fibra, es el cereal de mayor y más completa composición en aminoácidos que existe en nuestro planeta, contiene 20 aminoácidos incluidos los 10 esenciales para el ser humano; la harina de tarwi que

tiene un alto valor nutritivo, que se distingue por su alto contenido de proteína así lo destaca la INIAP(2013), debido a su alto contenido de proteína y grasas, el tarwi es conocido como la soya andina, en relación con otras leguminosas, el tarwi contiene mayor porcentaje de proteína (42-51 %) y es particularmente rico en lisina, el incremento del consumo de tarwi mejorará la salud y el estado nutricional de las poblaciones marginales en el Perú.

En objetivo de esta investigación fue evaluar tecnológicamente y sensorialmente las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y harina de tarwi, más saludables y de mayor y mejor calidad proteica que las pastas tradicionales, siendo los objetivos específicos los siguientes:

- Determinar los análisis físicos-químicos de las harinas de Tarwi, Quinua y trigo.
- Evaluar las características reológicas de las mezclas de las harinas.
- Determinar el valor nutricional de las formulaciones de las pasta alimenticias.
- Realizar los análisis sensoriales: color, olor, sabor, textura de las pastas obtenidas.
- Determinar la vida útil de las pastas obtenidas mediante pruebas aceleradas.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. La Quinua (*Chenopodium quinoa Willd*)

2.1.1. Generalidades de la quinua

La importancia de la quinua reside en la alta calidad como alimento, la utilización completa de la planta y su amplia adaptación a condiciones agroecológicas.

La quinua está considerada como el alimento más completo para la nutrición humana basada en proteínas de la mejor calidad en el reino vegetal por el balance ideal de sus aminoácidos esenciales, ácidos grasos como omega 3, 6 y 9, en forma equilibrada, vitaminas y minerales como el calcio y el hierro (Mujica & Jacobsen, 2006).

2.1.2. Taxonomía y morfología:

Tabla 1: Clasificación taxonómica de la quinua.

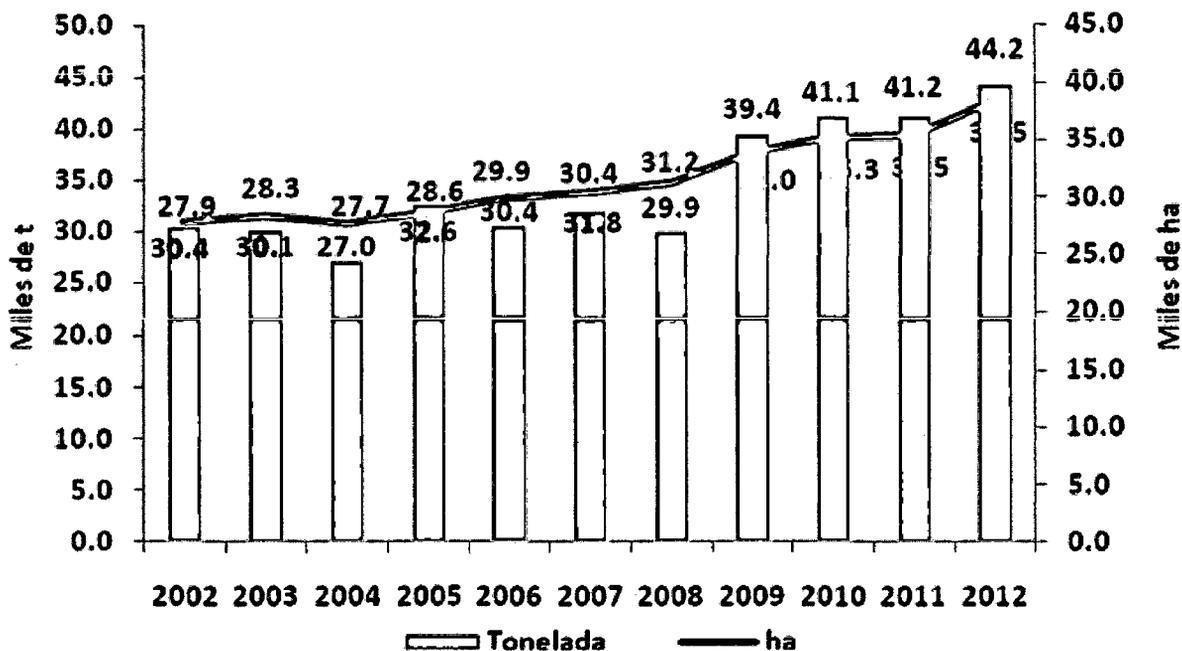
Taxonomía de la Quinua	
REINO	Vegetal
DIVISIÓN	Fanerógama
CLASE	Dicotiledonea
ORDEN	Centrosperma
FAMILIA	Chenopodiaceae
GÉNERO	<i>Chenopodium</i>
ESPECIE	<i>Chenopodium quinoa willd</i>
NOMBRE COMÚN	Quinua

FUENTE: Mujica & Jacobsen, (2006)

2.1.3. Producción nacional

La producción y superficie cosechada de quinua a nivel nacional muestra crecimientos sostenidos desde el año 2002. En tal sentido la tasa de crecimiento promedio de la producción en los últimos 11 años es de 3.8% y la superficie cosechada es aproximadamente de 3.3%. Como se aprecia en la figura 1, se registró mayor producción en el año

2012, con 44.2 mil toneladas y 38.5 mil hectáreas a nivel nacional para la cadena de quinua. (MINAG-OEEE, 2013).



FUENTE: MINAG-OEEE, (2013).

Figura 1: Comportamiento de la Producción y Superficie Cosechada.

2.1.4. Composición química

La quinua constituye uno de los principales componentes de la dieta alimentaria de los pobladores de los andes, no tiene colesterol, no tiene grasas en el organismo, no engorda, es de fácil digestible y es un producto natural y ecológico. Desde el punto de vista nutricional, es la fuente natural de proteína vegetal económica, y alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales, el valor calórico es mayor que otros cereales, tanto en grano y en harina alcanza 350 Cal/100g que lo caracteriza común alimento apropiado para zonas y épocas frías.

El grano de quinua contiene de 14 a 20% de proteínas, grasa 5.7 a 11.3% y fibra 2.7 a 4.2%, lo cual es mayor al del trigo de 8.5% de proteína, grasa 1.5%, y fibra 1.99%. (Apaza, 2005).

En la tabla 2; se muestra una comparación de la composición nutricional de los principales granos andinos en comparación al trigo principal cereal usado mundialmente.

Tabla 2: Composición de algunos granos andinos, en comparación con el trigo (g/100g).

	Quinua (a) Blanca de Juli	Quinua (a) Kancolla	Qañiwa (b)	Amaranto (b)	Trigo (b)
Proteínas	14,73	14,73	14,0	12,9	8,6
Grasas	5,79	6,89	4,3	7,2	1,5
Carbohidratos	65,45	64,41	64,0	65,1	73,7
Fibra	3,50	3,29	9,8	6,7	3,0
Ceniza	2,81	2,58	5,4	2,5	1,7
Humedad %	7,71	8,09	12,2	12,3	14,5

FUENTE: Collazos *et al.*, 1996. Apaza, 2005. (a) Valores promedio del Laboratorio EE.Illpa-INIA (2004). (b) Valores promedio de las variedades de la tabla de Composición de alimentos peruanos MINSAL, (2009).

Las proteínas de quinua presentan una proporción de aminoácidos más balanceada que la de los cereales especialmente en lisina, histidina y metionina, lo que le proporciona una alta calidad biológica.

Las proteínas están formadas por albuminas y globulinas, principalmente. El bajo contenido en prolamina y glutelinas hace que la quinua no tenga gluten. La carencia de gluten limita a la harina de quinua en la panificación, pero es de gran utilidad en la dieta de personas sensibles a la presencia de gluten que ocasiona afecciones y lesiones intestinales. (Apaza, 2005).

En la tabla 3, se muestra el contenido de proteínas en variedades de quinua germinada, expandida, perlada, harina, hojuela, escarificada y sin escarificar.

Tabla 3: Contenido de proteínas en variedades de quinua germinada, expandida, perlada, harina, hojuela, escarificada y sin escarificar.

Contenido de proteínas (%) en quinua							
Variedades	Germinada	Expandida	Perlada	Harina	Hojuela	Escarificada	Sin escarificar
Blanca de Juli	15,16	9,47	14,73	14,2	9,45	13,44	14,73
Salcedo INIA	13,35	12,62	14,49	13,9	9,62	13,79	14,49
Kancolla		6,9	13,32		9,27	12,50	14,73

FUENTE: Laboratorio UNA-Puno, (2004)

En la Tabla 4, se muestra la composición de aminoácidos de la quinua comparando con otros nutrientes; observándose que la quinua es uno de los pocos cereales que contiene los aminoácidos esenciales, sobretodo de lisina deficientes en otros cereales, que el cuerpo requiere para su desarrollo; haciéndolo un alimento completo.

Tabla 4: Composición de aminoácidos de proteínas de origen animal y de las proteínas de la quinua, trigo y soya. (mg de aminoácidos/g de proteína).

Aminoácidos (mg/g de proteínas crudas)	Huevo	Leche entera de vaca	Carne de res	Quinua	Trigo grano entero	Soya grano
Histidina	22	27	34	31	25	28
Isoleucina	54	47	48	53	35	50
Leucina	86	95	81	63	71	86
Lisina	70	78	89	64	31	70
Metionina + Cistina	57	33	40	28	43	28
Fenilalanina + Tirosina	93	102	80	72	80	88
Treonina	47	44	46	44	31	42
Triptófano	17	14	12	9	12	14
Valina	66	64	5	48	47	52
Total incluida histidina	512	504	479	412	375	458
Total excluida histidina	490	477	445	381	350	430

FUENTE: Apaza, (2005).

La quinua contiene grasas insaturadas, ácido linoleico (Omega 6) 50.24%, ácido oleico (Omega 9) 26.04% y ácido linolénico (Omega 3) 4.77%, cualidades muy importantes para la dieta vegetariana; por lo que en las últimas décadas están cobrando mayor importancia, al permitir mayor fluidez de los lípidos de las membranas. Otro aspecto importante es el contenido de tocoferoles en aceites de quinua. Estos son isómeros con efectos beneficiosos para la salud, ya que actúan como antioxidantes naturales y permiten mayor tiempo de conservación (Espinoza et al., 2001).

En la tabla 5 se muestra el contenido de ácidos grasos de la quinua, observándose que es uno de los pocos cereales que contiene los principales ácidos grasos esenciales Linoleico (Omega 3) y Linolénico (Omega 6), que son indispensables para el desarrollo cerebral humano.

Tabla 5: Contenido de ácidos grasos de la quinua (g/100g de grasa).

Ácidos Grasos	Quinua de Junín	Quinua sin lavar
Mirístico C14:0	0	0.1
Palmitico C16:0	15.2	7.7
Esteárico C18:0	31.3	0.6
Araquídico C20:0	0	0.4
Palmitoleico C16:1	0	0.2
Oleico C18:1	46	24.8
Linoleico C18:2	7.4	52.3
Linolénico C18:3	0	3.9

FUENTE: Espinoza et al., (2001)

En la tabla 6 se muestra la composición de algunas variedades de quinua y de algunos productos derivados. Observándose respecto a las proteínas, minerales y vitaminas los que mantienen altos niveles de este nutriente son los productos menos procesados.

Tabla 6: Composición por 100 gr. de porción comestible de diferentes variedades de grano de quinua y productos derivados.

Quinua	Energía	Agua	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Fibra	Ceniza	Calcio	Fósforo	Hierro	Retinol	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Ac. Ascor Reducido
	kcal	g	g	g	g	g	g	mg	mg	mg	mg	mg	Mg	mg	mg
Afrecho:de	347	14,1	10,7	4,5	65,9	8,4	4,8	573	342	4,0	0	0,21	0,22	1,00	-
Blanca (Junín)	363	11,8	12,2	6,2	67,2	5,7	2,6	85	155	4,2	0	0,20	0,15	0,95	-
Blanca (Puno)	376	10,1	11,5	8,2	66,7	5,1	3,5	120	165	-	0	0,12	0,14	1,35	-
Cocida	101	79,0	2,8	1,3	16,3	0,7	0,6	27	61	1,6	-	0,01	0,00	0,26	0,0
Cruda	374	11,5	13,6	5,8	66,3	1,9	2,5	56	242	7,5	-	0,48	0,03	1,40	0,5
Dulce blanca (Junín)	373	11,1	11,1	7,7	67,4	6,0	2,7	93	355	4,3	0	0,59	0,30	1,23	2,2
Dulce blanca (Puno)	360	11,2	11,6	5,3	68,9	6,8	3,0	115	226	5,3	0	0,73	0,21	1,09	1,1
Dulce rosada (Junín)	372	11,0	12,3	7,2	67,1	7,0	2,4	80	344	4,3	0	1,00	0,30	1,23	1,1
Harina de	341	13,7	9,1	2,6	72,1	3,1	2,5	181	61	3,7	0	0,19	0,24	0,68	-
Hojuelas de (flakes)	374	7,0	8,5	3,7	78,6	3,8	2,2	114	60	4,7	0	0,13	0,38	1,10	-
Rosada: (Puno)	368	10,2	12,5	6,4	67,6	3,1	3,3	124	205	5,2	0	0,24	0,25	1,60	-
Sémola:de	376	12,6	19,5	10,7	53,8	8,3	3,4	76	-	3,6	0	0,21	0,25	1,84	-

FUENTE: MINSA, (2009)

2.1.5. Saponinas en quinua

Las saponinas presentes en el grano de quinua son básicamente del tipo triterpenoide.

Se encuentran en la membrana externa del grano, conocida como pericarpio. Por su toxicidad, protegen a la planta contra aves e insectos y son las causantes del sabor amargo del grano. Se han reportado la existencia de hasta diez diferentes tipos de saponinas presentes en granos de quinua (Figura 2), entre las que destacan las saponinas del ácido oleánico, hederagenina y ácido fitolacagénico.

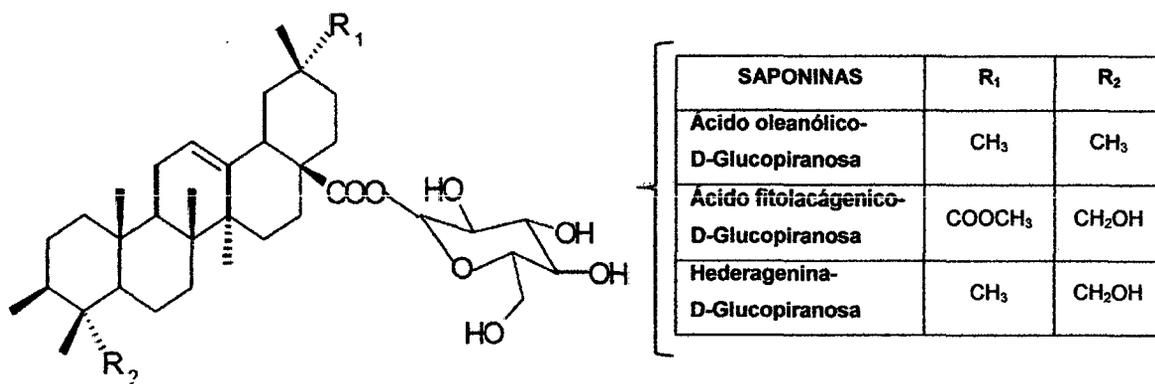


Figura 2: Principales saponinas presentes en los granos de quinua.

El contenido de la saponina en la quinua varía de 1,0 a 1,2 % aproximadamente dependiendo de la variedad. Se ha observado que la semilla de quinua es de sabor amargo y posee un cierto grado de toxicidad, el cual se debe a la presencia de saponinas (glucósido triterpenoide) en el pericarpio, sin embargo, pueden ser eliminados, por lavado y fricción antes de consumirlas a este proceso se la llama desaponificación (eliminar las sustancias amargas, saponinas). Esto se hace frotando los granos de quinua con las manos en agua corriente hasta que no se forme más espuma (Tabla 7).

Las saponinas tienen una influencia directa en el sistema nervioso central, afectan la permeabilidad de las células nerviosas. Los síntomas iniciales de envenenamiento agudo son convulsiones violentas y

parálisis, seguidas por la muerte. Dosis pequeñas causan desordenes intestinales y muerte después de varios días (Chauhan et al. 1992).

Tabla 7: Saponinas, agregados fíticos y taninos de las semillas de quinua comparados con otras semillas.

Grano	ANTINUTRIENTES			
	Saponina mg/g	Ácido Fítico mg/g	Taninos (%)	Inhibidores de tripsina mg
Quinoa entera dura	2,1 – 9,0	10	0.5	1,4 – 5,0
Limpiado y lavado puro	3,0	-	-	-
Amaranthus paniculatus	Trazas	5 - 6	0,04-0,13	0,5
Frijoles de soya (Glycine max)	4	8 - 12	1,02	24,5 – 41,5
Lenteja (lens esculenta)	-	8	-	17,8

FUENTE: Chauhan et al., (1992)

Además, estos glucósidos poseen efectos beneficiosos, pues reducen los niveles de colesterol en la sangre, obstaculizan la absorción de colesterol alimentario. Tienen efecto hipocolesteromizante y su potencia hemolítica ha sido confirmada por (Hernández, 1997). Las saponinas no se absorben en el intestino y afectan la absorción del zinc y el hierro. Debido a que las saponinas forman espumas persistentes en soluciones acuosas, incluso a concentraciones tan bajas como 0,1%, han encontrado una amplia aplicación en bebidas suaves, cerveza añeja, champú, jabones y extintores de incendios. (Hernández, 1997)

2.1.6. Desamargado (desaponificado o escarificado)

La quinua a pesar del alto valor nutricional que tiene, es necesario realizar un tratamiento previo a su procesamiento y consumo pues presentan un antinutriente denominado saponina, el cual le da un sabor amargo. Según el contenido de saponina presente en el grano, se tienen dos tipos: quinuas amargas, con un alto contenido de saponina y quinuas dulces, exentas de saponina.

Para eliminar la saponina del grano se puede hacer por:

A) El método húmedo

Se lava la quinua haciendo fricción sobre el grano con abundante agua hasta eliminar toda la espuma. Los equipos que se utilizan para esto es: un tanque con agitación y un secador de bandejas.

B) El método seco o escarificado

Este método consiste en eliminar la capa externa del grano, el equipo utilizado es un escarificador, obteniéndose quinua perlada.

C) El método combinado

Este método incluye a los dos métodos anteriores. Una vez eliminada la saponina del grano, éste puede ser procesado. La primera transformación del grano de quinua es en harina, la harina es un producto que se utiliza en la elaboración de varios productos como: panes, galletas, fideos y panetones, entre otros.

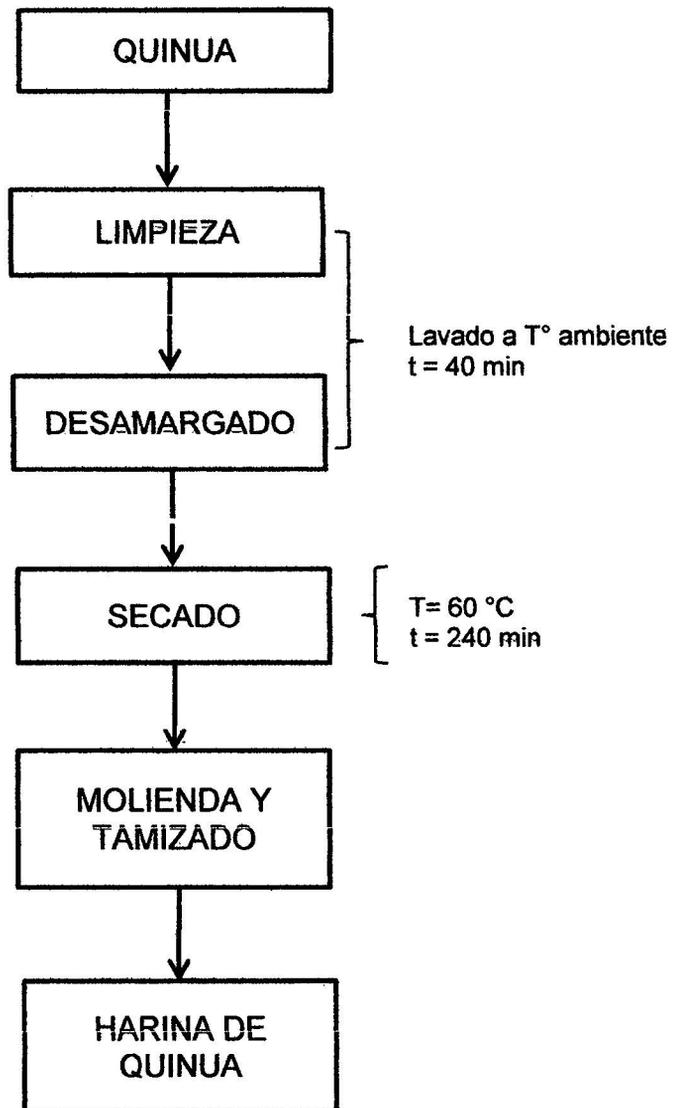
2.1.7. Harina de quinua

La harina de quinua, es el resultado del proceso donde la quinua desaponificada es molida a presión y fricción y luego sometida a un ventilado para obtener elevado nivel de pulverización y obtener una materia de calidad panificable. Varias referencias indican que de granos enteros y de harina de quinua se prepara casi todos los productos de la industria harinera. Diferentes pruebas en la zona andina, y fuera de ella, han mostrado la factibilidad de adicionar 10, 15, 20 y hasta 40% de harina de quinua en el pan, 40% en las pastas, 60% en bizcochos y hasta 70% en galletas. (Jacobsen, 2006)

A) Obtención de harina de quinua

Para elaborar harina de quinua es necesario seguir el siguiente proceso: (Calla & Cortez, 2011).

- **Limpieza**, después de la cosecha, los granos son sometidos a una limpieza para eliminar piedras, vidrio, trozos de metales, pajillas, etc.
- **Acondicionamiento**, posteriormente la quinua se desamarga (eliminación de la saponina); mediante el lavado en tanque con un secado posterior.
- **Secado** La semilla húmeda se coloca en la bandeja con un espesor no superior a 2 cm para optimizar el secado, el cual se realiza en una estufa de aire forzado con circulación de aire a una temperatura de 50°C hasta alcanzar una humedad del 15% ± 2.
- **Molienda**, para reducir el tamaño de los granos a partículas que correspondan a la de harina. Esta operación se realiza con un molino de martillo con zarandas o mallas para obtener harinas.
- **Envasado**, de las harinas en bolsas de polietileno de alta densidad hasta su utilización.

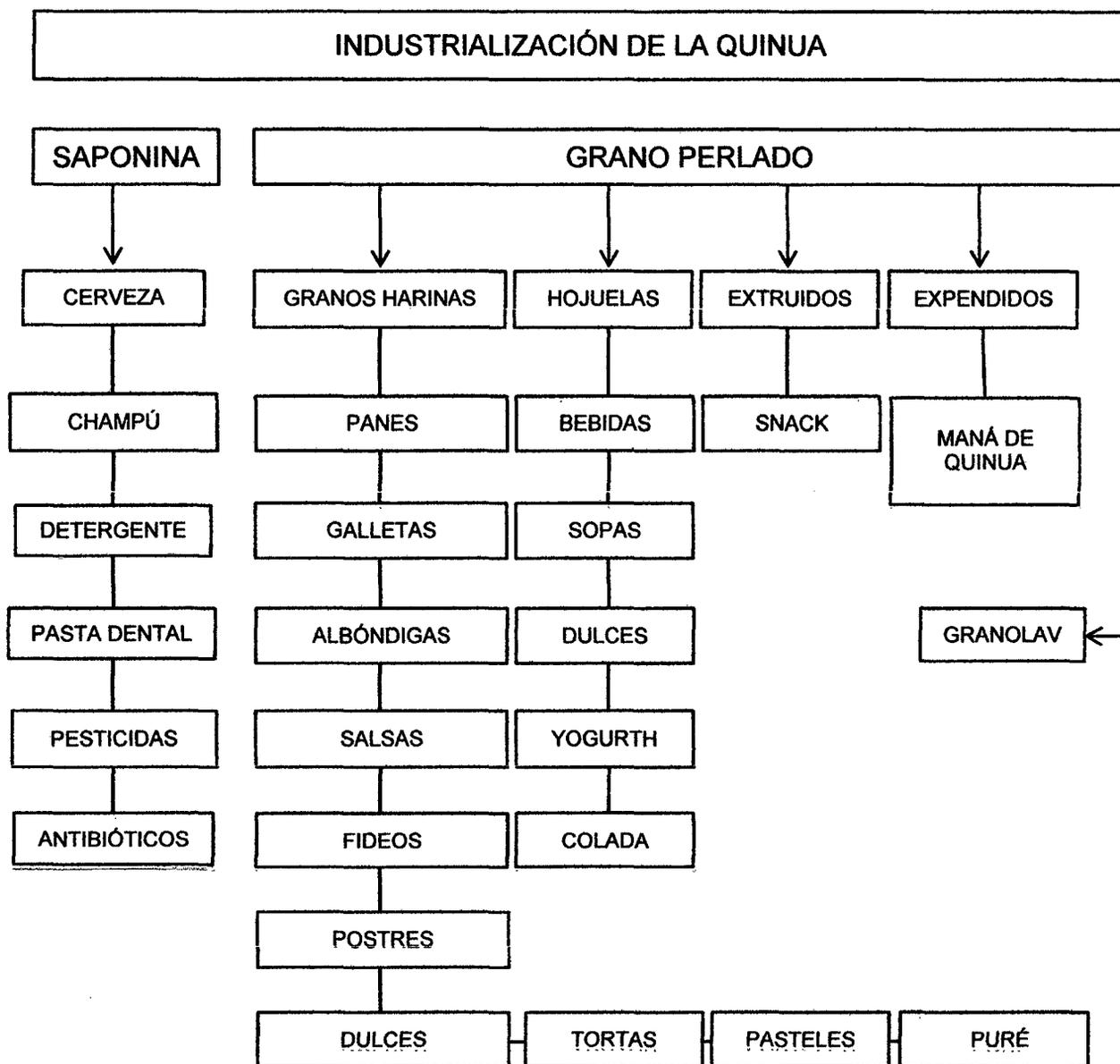


FUENTE: Calla & Cortez, (2011).

Figura 3: Flujo de operaciones para obtener harina de quinua.

2.1.8. Usos de la quinua

La quinua es un producto del cual se puede obtener una serie de subproductos de uso alimenticio, cosmético, farmacéutico y otros (Montoya et al. 2005) como se muestra en la Figura 4.



FUENTE: Montoya et al. (2005)

Figura 4: Usos del grano de quinua.

2.2. Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)

2.2.1. Generalidades de la quinua

La especie de leguminosa - *Lupinus mutabilis* (tarwi). Sus semillas son usadas en la alimentación humana, ya que esta especie ocupa uno de los primeros lugares entre los alimentos nativos con elevado contenido de proteínas y aceites a nivel mundial. Sin embargo, el grano requiere un tratamiento previo para su consumo, siendo necesario eliminar las sustancias antinutricionales que contiene y que le permiten a la planta disponer de defensas naturales contra el ataque de insectos. Estas sustancias son alcaloides formados por esparteína, lupinina, lupanidina, entre los principales. También su importancia radica en la elevada cantidad de aceite que contienen sus semillas, por ello es considerada como la soya de los Andes. (Mujica & Jacobsen, 2006)

2.2.2. Taxonomía y morfología:

Tabla 8: Clasificación taxonómica del tarwi.

Taxonomía del tarwi	
División	Tracheophyta
Sud-División	Pteropsida
Clases	Angiospermae
Sub-Clase	Dicotyledonas
Orden	Fabales
Familia	Leguminosa (Fabaceae)
Sub-Familia	Papilionacea (Faboideae)
Tribu	Genisteae
Género	Lupinus
Especie	Lupinus mutabilis
Nombre Binomial	Lupinus mutabilis Sweet

FUENTE: The New York Botanical Garden, (2001)

2.2.3. Producción nacional

El Cultivo del tarwi en la sierra se localiza entre los 2800 a 3900 msnm. Correspondiendo aproximadamente el 20 % del área sembrada en la sierra norte entre los departamentos de Cajamarca, La libertad y Amazonas; el 41 % de la sierra Central entre los Departamentos de Ancash, Huánuco, y un mínimo porcentaje en Junín y el 39 % en la Sierra Sur, en los Departamentos de Cuzco, Puno y Apurímac. (Castañeda, 2008).

Actualmente este producto se cultiva en 1500 hectáreas (Has), y que para la próxima campaña se espera incorporar más áreas, de modo que se pueda llegar a las 3000 Has (crecimiento de 100%), por lo que se está coordinando con las municipalidades provinciales programas de capacitación para los pequeños y medianos productores de tarwi.

En la tabla 9 se muestra la producción nacional de Tarwi desde el año 2000 hasta el año 2011.

Tabla 9: Producción Nacional Total de Tarwi.

AÑOS	TOTAL (TM)
2000	8780
2001	9867
2002	9317
2003	9245
2004	8599
2005	9480
2006	8243
2007	8461
2008	8609
2009	10251
2010	10521
2011	11306

FUENTE: MINAG, (2013)

2.2.4. Composición química

El tarwi o chocho (*Lupinus mutabilis*), es una leguminosa que tiene un alto contenido de alcaloides que le confieren un sabor amargo y afecta su biodisponibilidad de nutrientes si se le consume directamente sin extraer los alcaloides (Tapia et al., 2000).

El grano de tarwi es rico en proteínas y grasa, como puede observarse en las Tablas 10 y 11 donde se presenta la evaluación biológica de la calidad de la proteína. La presencia de las concentraciones de los aminoácidos azufrados (metionina + cisteína) es una característica de esta leguminosa. El estudio realizado por Gross (1982), demuestra que al suplir 2% de metionina al tarwi se incrementó la Relación de Eficiencia de Proteína (PER), la Utilización Proteica Neta (UPN) y el Valor Biológico (VB) en ratas y en niños (Tapia et al., 2000).

Tabla 10: Composición química del tarwi, soya y frijol (g/100g).

Parámetros	Tarwi (harina)	Tarwi (grano)	Soya	Frijol
Proteína	49.6	44.3	33.4	22.0
Grasa	27	16.5	16.4	1.6
Carbohidrato	12	28.2	35.5	60.8
Fibra	3	7.1	5.7	4.3
Ceniza	2.9	3.3	5.5	3.6
Humedad (%)	6.0	7.7	9.2	12.0
Energía (Kcal./100g)	458	362	401	347

FUENTE: Tapia et al. (2000)

Tabla 11: Evaluación biológica de la calidad de la proteína de tarwi (%).

	Ratas			Niños
	PER ^(a)	UPN ^(b)	VB ^(c)	VB
Tarwi	49.6	51.1	51.9	61.3
Tarwi + 0.2% Met.	87.2	84.6	89.6	84.8
Caseína	100.0	100.0	100.0	100.0

FUENTE: Gross, (1982). Citado por Sánchez & Valderrama (2009). (a) Relación de Eficiencia de Proteína. (b) Utilización Proteica Neta. (c) Valor Biológico.

Tabla 12: Cómputo de aminoácidos de *Lupinus mutabilis* (variedad semidulce) y *Lupinus albus* (variedad Astra) (mg de aa/g de proteínas)

Aminoácidos	Patrón de aa ⁽¹⁾	Composición de aa (mg/g. de prot.) ⁽²⁾		Cómputo de aa ⁽³⁾	
	mg/g. de proteínas	Lupinus mutabilis	Lupinus albus	Lupinus mutabilis	Lupinus albus
Isoleucina	28	40	41	-	-
Leucina	66	70	64	-	97
Lisina	58	57	45	98	78
Metionina + cistina	25	23	25	92	-
Fenilalanina + tirosina	63	75	93	-	-
Treonina	34	37	33		97
Triptófano	11	9	11	82	-
Valina	35	38	37	-	-
Histidina	19	-	-	-	-

FUENTE: (1) FAO/OMS/ONU, (1985). (2) Modificado de Gross, (1982). (3) Se indican sólo los aminoácidos limitantes, cómputo en %.

Es necesario resaltar el elevado aporte de aminoácidos azufrados (metionina + cistina) de la semilla de tarwi, en comparación a otras leguminosas de Sudamérica. Se encontró evidencias de la existencia de factores genéticos que determinan el alto contenido de metionina en las leguminosas autóctonas de Sudamérica. (Tapia et al., 2000)

Las características de las grasas y aceites del tarwi se sitúa entre el aceite de maní y el de soya por su composición de ácidos grasos. El principal ácido graso es el oleico, seguido por el linoleico, ácido graso esencial (tabla 13). En comparación al aceite de la variedad amarga de *Lupinus mutabilis*, la variedad semidulce y el *Lupinus albus* presentan un mayor contenido de ácido oleico y menor de linoleico. (Tapia et al., 2000).

Tabla 13: Composición de ácidos grasos del aceite de *L. mutabilis* amargo y semidulce y del *L. albus*, variedad Astra (% de los ácidos grasos totales)

Ácidos grasos	Lupinus mutabilis		Lupinus albus
	Amargo	semidulce	Var. Astra
Mirístico	0,6	0,3	0,2
Palmítico	13,4	9,8	7,2
Palmitoleico	0,2	0,4	0,4
Estearico	5,7	7,8	2,1
Oleico	40,4	53,9	57,3
Linoleico	37,1	25,9	21,3
Linolénico	2,9	2,6	8,2
Araquídico	0,2	0,6	1,3
Behénico	0,2	0,5	1,0
Erúcico	--	--	0,9
Cociente P/S*	2,0	1,5	2,5

FUENTE: Gross, 1982. Citado por (Tapia et al. (2000). P/S : poliinsaturados/saturados

2.2.5. Toxicidad del tarwi

El lupino contiene varios alcaloides diferentes, siendo 25 de ellos del grupo quinolizidínico, que limitan el consumo de esta planta tanto para los animales como para el hombre. De los cuales la lupanina es el principal alcaloide de la semilla amarga de tarwi. De los alcaloides presentes, la lupanina es la más toxica cuya dosis letal oscila entre 22-25 mg/g; seguida por la esparteína la cual es 5% menos toxico y la hidroxilupanina diez veces menos toxica que la lupanina (Mujica et al., 2001).

Se han identificado once componentes nitrogenados, de los cuales la lupanina es el principal, siguiéndole la esparteína, 4-hidroxilupanina y 13-hidroxilupanina. El resto de los alcaloides no alcanza al 5%; siendo el N-metil-angustifolina y 13-angeloil-oxilupanina altamente lipófilos. Para provocar una aguda intoxicación en el adulto, este tendrá que consumir

7 Kg. de semilla desamargada de lupino con un contenido residual de alcaloides equivalente a 0.01% en una sola vez; también puede consumir 2.5Kg con un contenido residual de alcaloides menor a 0.1% sin sufrir daño alguno (Mujica et al., 2006).

Los lupinos han sido clasificados, según el contenido de alcaloides en “amargos” aquellos que poseen hasta 3% y “dulces” aquellos que presentan un 0.05%, ver tabla 14 (Tapia et al., 2000).

Tabla 14: Contenido de alcaloides en especies amargas y dulces de lupino (%).

ESPECIES	LÍNEA	ORIGEN	ALCALOIDES (% Peso seco)
Lupinus Luteus	-	Universidad de Huesen, Alemania	0.44
Lupinus Luteus	Weiko III	Campex, Chile	0.02
Lupinus angustifolius	Bilu	Universidad de Huesen, Alemania	1.52
Lupinus angustifolius	Maresa	Campex, Chile	0.06
Lupinus albus	-	Campex, Chile	1.30
Lupinus mutabilis	Astra	Campex, Chile	0.01
Lupinus mutabilis	H – 1	Universidad nacional Huancayo – Perú	3.17
Lupinus mutabilis	10 – 3	Campex, Chile	0.17

FUENTE: Jacobsen et al., (2001)

Muestras de *Lupinus mutabilis* presentaron ácido cianhídrico en cantidades muy pequeñas (0.53 – 2.89 mg. HCN/60 mg. de materia seca), que no tienen significancia nutricional y fisiológica, y que están muy por debajo del valor máximo permitido en los EE.UU., es decir 20 mg. HCN/100mg. de leguminosa comestible. Asimismo, poca importancia tienen los inhibidores de tripsina en comparación con los que se encuentran en la soya, 134.4 U.I.T. /mg. de proteína de soya, y en el lupino 2.9 U.I.T. /mg. de proteína. (Schoeneberger et al., 1979), citado por (Sánchez & Valderrama, 2009).

2.2.6. Proceso de desamargado

El grano de tarwi crudo es amargo (alto contenido de esparteína, lupinina y otros), por lo tanto es inconsumible, motivo por el que no es apetecido por aves, rumiantes ni insectos; por ello para consumir los granos de tarwi el primer paso es el desamargado (deslupinación). El grano desamargado y listo para incorporar a la alimentación humana es de sabor agradable y de consistencia suave. Luego de eliminar la testa, los granos son de color crema. (Jacobsen et al., 2006).

El proceso es muy simple y no necesita de maquinaria ni de tecnología cara. El proceso de desamargado para fines de consumo familiar consiste en remojar un promedio de tres kilogramos de grano de tarwi en un recipiente con capacidad para 18 litros aproximadamente (lata, balde) durante 12 horas. Los granos adquieren mayor volumen por efecto del remojo (se hinchan); luego son cocidos por un tiempo aproximado de una hora con dos cambios de agua cada 30 minutos, contados desde el momento que inicia a hervir. (Jacobsen et al., 2006).

El agua de color amarillo marfil es de sabor muy amargo, con olor fuerte a tarwi crudo, este líquido luego de enfriar se deposita en botellas para ser utilizado como repelente de plagas cuando sea necesario. Para eliminar por completo el sabor amargo de los granos del tarwi después de la cocción, se escurre, enfría y se sumerge bajo agua en movimiento (lago, río, manantial) por lapso de tiempo de 2-3 días. (Jacobsen et al., 2006).

Este mismo proceso se hace en domicilios de familias citadinas, poniendo el tarwi cocido en recipientes de 18 litros de capacidad. Se remoja en agua potable de consumo doméstico, haciendo cambio cada seis horas; en este caso el desamargado demora cinco días. El grano desamargado resultante es de sabor agradable e inoloro. Se consume en forma directa o preparada con otros ingredientes de acuerdo al gusto de cada familia.

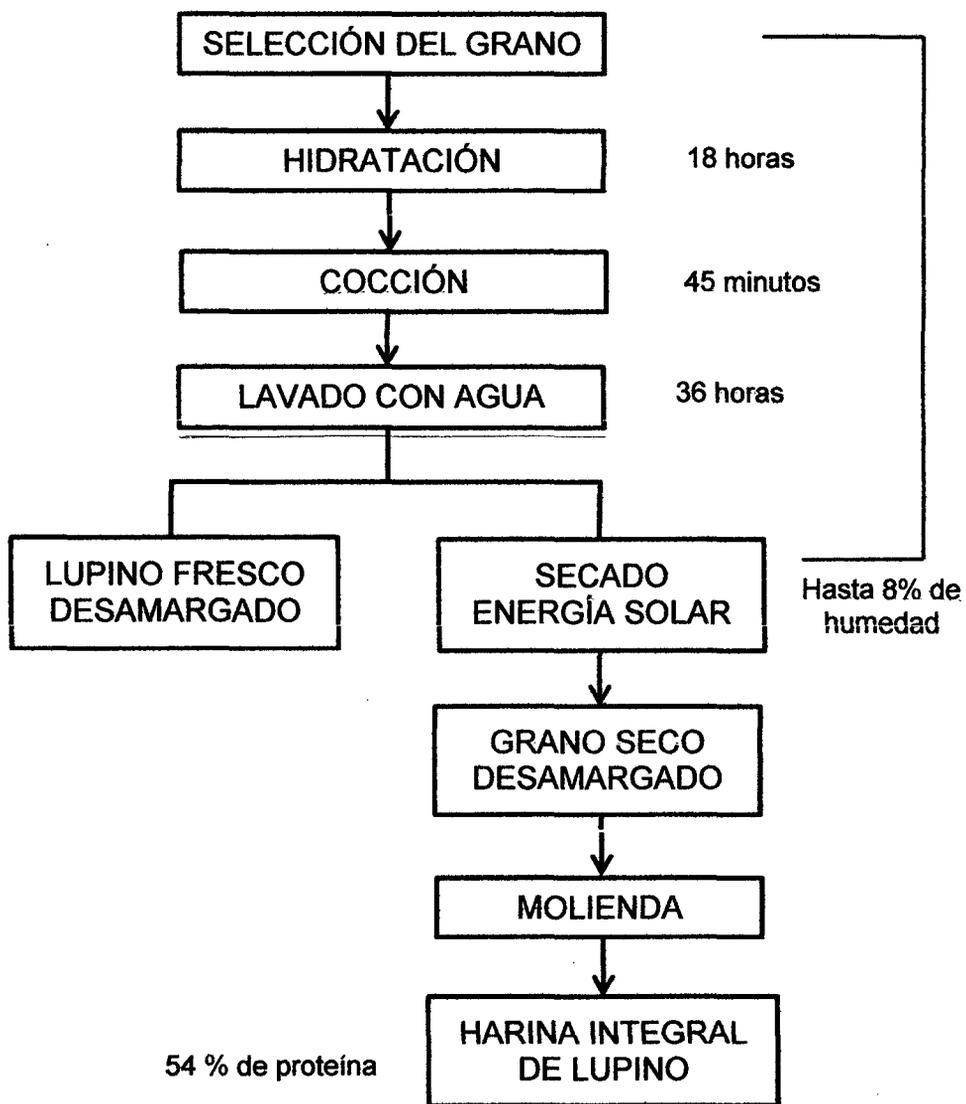
A) Extracción mediante agua

A.1. Desamargado tradicional (manual)

Limpiar el grano de impurezas (residuos de cosecha, tierra o piedrecillas); seleccionar el grano por tamaño; remojar el grano durante un día en agua; cocer el grano en agua durante una hora; colocar en un recipiente apropiado (costalillo o canasta) y poner en agua corriente durante 4-5 días; probar el grano, si ya no tiene sabor amargo, quiere decir que ya está listo para ser consumido.

A.2. Procedimiento Cuzco

El procedimiento que actualmente se utiliza es el llamado procedimiento cuzco. Consiste en la hidratación del grano durante 18 horas, luego la cocción por 40 minutos, con la adición de 50 g de cenizas de tallos de quinua por cada 10 Kg de lupino, disolviendo de esta forma los alcaloides alrededor del 60 al 70 %. Se prosigue con el lavado en una lavadora mecánica en 8 periodos de 10 minutos cada uno cambiándose de agua cada 2 periodos hasta que el grano quede desamargado totalmente, eliminándose de este modo el resto de los alcaloides. Este proceso permite disminuir las pérdidas en un 50 a 60 % de proteínas y aceites con respecto al proceso tradicional. Se reduce los alcaloides hasta 0.01 – 0.03%. (Tapia et al., 2000).



FUENTE: Tapia et al., (2000)

Figura 5: Proceso "Cuzco" desamargado de tarwi y obtención de harina.

A.3. Proceso Industrial

Se inicia con la selección, clasificación y limpieza con zarandas; hidratación durante 12 horas; Cocción en cilindros con llave de salida u olla de presión; lavado en cilindros con una llave de salida para permitir el flujo de agua; secar al sol o mediante

corrientes de aire caliente; almacenaje y empaquetado. (Jacobsen & Mujica, 2006).

B) Extracción con alcohol

Se recomienda el desamargado de la torta de lupino mediante alcohol al 85%, reduciendo entre 50-55% los alcaloides. Se obtuvieron mejores resultados con alcohol etílico de 95% y con isopropanol al 92%, reduciendo los alcaloides de 2.34% a 0.23% y 0.3% respectivamente por cada solvente. (Mujica et al., 2002).

C) Gasificación con óxido de etileno

Este método se basa en la transformación de los alcaloides en componentes liposolubles a través de la gasificación con óxido de etileno. Sin embargo este método parece no tener mucho futuro por su alta inversión y el hecho de que sus productos se destinarían a la alimentación animal. (Mujica et al., 2001).

D) Por maceración con ácidos orgánicos débiles

Está basada en la solubilidad de los alcaloides en ácidos orgánicos débiles, como el ácido tartárico, cítrico y acético, en concentraciones del 2 al 10%. El método consiste en someter la semilla de lupino a una maceración con ácido tartárico al 2% durante 12 horas, luego se somete a la acción de un chorro de agua, eliminándose así los alcaloides en forma de sales. (Mujica et al., 2002).

E) Proceso modificado de tratamiento hidrotérmico

Con este método el desamargado propiamente se realiza en dos etapas y la semilla es atacada previamente con bicarbonato de sodio y luego se somete a la acción de agua caliente (70°C) en un circuito cerrado por 3-5 horas. En una segunda fase se extrae con agua fría por 8-12 horas, descartándose el agua. Mediante este método

disminuye el tiempo de desamargado con respecto al método por vía húmeda y a la vez desaparece el problema de regresión del sabor amargo cuando se somete al calor el producto final. (Mujica et al., 2002).

2.2.7. Harina de tarwi desamargada

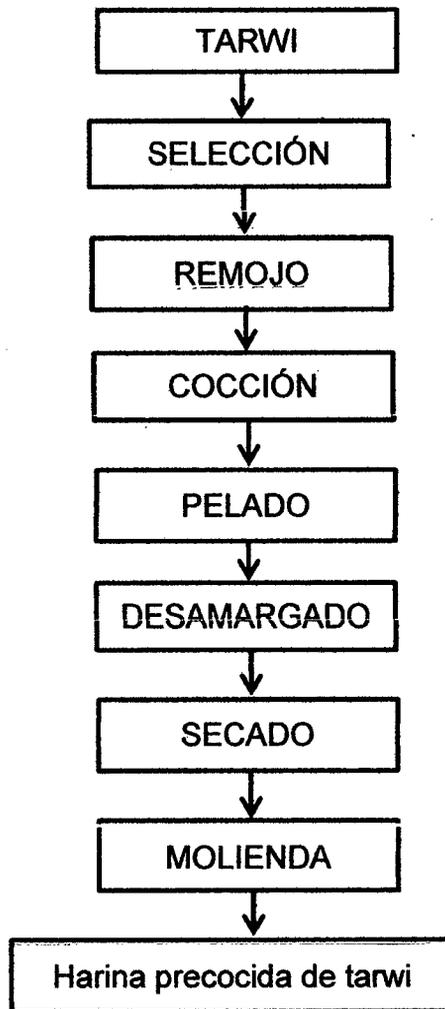
La harina de tarwi desamargada tiene un color ligeramente amarillento, con un contenido proteico mayor a 49 % y alrededor de 28 % de lípidos. Con respecto al sabor a leguminosa obtenida, un breve proceso de tostado previo a la molienda podría mejorar notablemente el sabor. (Gross et al., 1988). Citado por (Sánchez & Valderrama, 2009).

La presencia de aceite y humedad en el grano dificultan el proceso de molienda, afirman los mismos investigadores, por lo cual recomiendan evitar el aumento de temperatura durante el proceso y trabajar a una humedad menor a 8%, para evitar la pérdida de aceite y la adhesión de la harina en el molino. Se observa también, que la harina integral del lupino, por la gran elasticidad de la cascara ocasiona mayores problemas durante la molienda. (Mujica et al., 2002).

A) Obtención de Harinas Precocidas de Tarwi

Para la obtención de la harina de tarwi desamargado se debe seguir el siguiente proceso (Montes et al. 1984. Citado por (Sánchez & Valderrama, 2009).

- **Selección del grano**, se efectúa de forma manual, con la finalidad de separar partículas extrañas; granos de mala calidad, otros granos, hojas, ramas, etc.
- **Remojo**, el objetivo del remojo es ablandar las semillas y eliminar alcaloides. Se remoja en agua dentro de un equipo denominado reactor tipo Airlift, al cual se conecta agua a razón de 80 Lt. de agua / 20 Kg. de tarwi, durante 30 min.



FUENTE: Montes et al. (1984). Citado por (Sánchez & Valderrama, 2009)

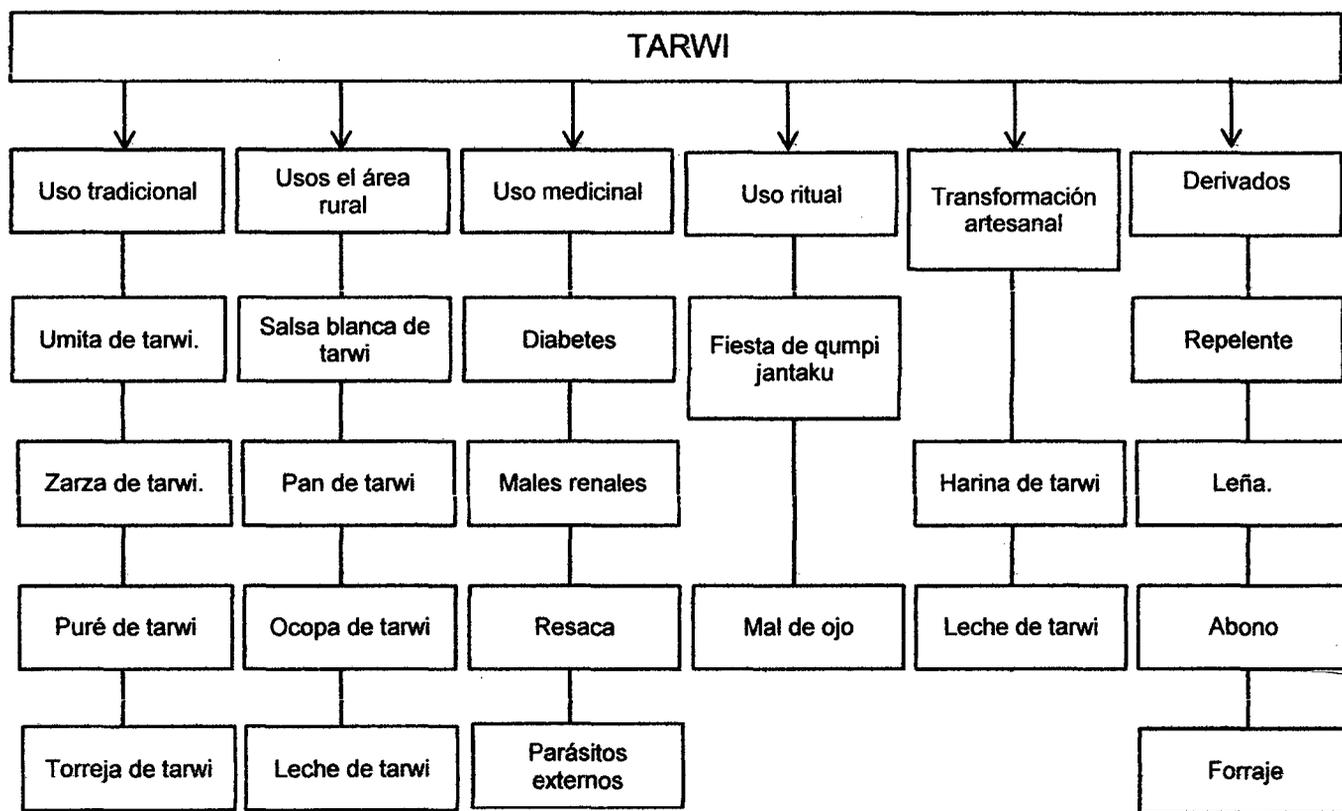
Figura 6: Flujo de operaciones para obtener harina precocida de tarwi.

- **Cocción**, se somete a un hervido en agua a 96-98 °C durante 45 minutos. Luego se elimina el agua y se deja enfriar hasta que alcance una temperatura de 30-40 °C.
- **Pelado**, los granos procedentes de la etapa anterior ingresan en un rodillo para ser descascarados, luego son ingresados nuevamente al reactor.

- **Desamargado**, los granos son sometidos a agitación dentro del reactor, con circulación de agua a razón de 1.4 Lt. /minuto, a una presión de aire de 3 – 5 psig., durante 18 horas.
- **Secado**, los granos de tarwi desamargado son sometidos a secado en un secador de túnel a 55 °C durante 8 horas. Hasta obtener una humedad menor al 8%.
- **Molienda**, los granos secos son sometidos a molienda en un molino de martillo, luego se muele nuevamente en un molino de discos con malla 046, con el objetivo de obtener partículas con un promedio de 0.1 cm de diámetro.

2.2.8. Usos del tarwi

El tarwi en la alimentación humana previa eliminación del sabor amargo. (Jacobsen & Mujica, 2006).



FUENTE: Jacobsen & Mujica, (2006)

Figura 7: Usos del tarwi.

2.3. Trigo

2.3.1. Generalidades del Trigo:

Siendo el trigo el cereal más importante, es por lo tanto uno de los más estudiados. Se cultiva principalmente en Europa, Canadá y Estados Unidos. Se divide en tres categorías según su contenido en proteínas. (Ramírez, 2007).

- **Trigos duros (*Triticum durum*):** Se caracterizan por un contenido importante en proteínas (13,5 - 15,0%) y bajo contenido en agua. La harina que producen estos trigos se utiliza principalmente en la producción de pastas.
- **Trigos semiduros (*Triticum vulgare*):** son menos ricos en materia proteica (12-13%), contienen un poco más de agua. Se utilizan principalmente para la fabricación de pan.
- **Trigos blandos (*Triticum club*):** son muy ricos en almidón proporcionando una harina muy blanca, contiene poca materia proteica (7,5 -10%). Se utiliza para la fabricación de galletas, pasteles, etc.

2.3.2. Taxonomía y morfología:

Tabla 15: Clasificación taxonómica del trigo.

TAXONOMÍA DEL TRIGO	
Reino	Vegetal
Subreino	Fanerógamas
División	Cheteriodophitas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Monocotiledónea
Orden	Cereales
Familia	Gramínea
Género	Triticum
Especie	Vulgare
N. Científico	Triticum Vulgare
N. Común	Trigo

FUENTE: Gallejo, (2002)

2.3.3. El trigo fideero

El trigo duro produce un grano ámbar y vítreo de cuya molienda se obtiene una harina amarillenta con un tamaño de partícula de 150-500 μ , llamada sémola. La pasta producida con la sémola del trigo duro es preferida por su calidad superior, ya que tras la cocción, conserva su forma, firmeza y un color amarillo brillante del agrado del consumidor. Por ello, para obtener una pasta de buena calidad es necesario que la variedad de trigo duro de la que se parta sea de buena calidad y uniforme. (Troccoli, 2000).

El contenido en proteína es el factor principal que determina el valor del trigo duro, debido a que la industria pastera requiere concentraciones de proteína del 13% en el grano para asegurar al menos un porcentaje del 12% en la sémola y en la pasta. El porcentaje de proteína está controlado genéticamente pero también está influido por las condiciones ambientales de disponibilidad de nitrógeno y agua en el suelo. (Clarke, 2000).

2.3.4. Composición química del trigo y harina

Los hidratos de carbono son sustancias particularmente energéticas; representan alrededor del 90% del peso seco de los granos de cereales, el almidón es el carbohidrato más importante de todos los cereales que constituye aproximadamente el 64% de la materia seca del grano entero de trigo (Callejo, 2002).

En el grano de trigo también se encuentran pentonasos, hemicelulosas, celulosa, β -glucanos y glucofructanos, que son polisacáridos constituyentes de la pared celular y abunda más en las porciones externas del grano. (Martínez, 2002)

Los constituyentes fundamentales del trigo son: almidón, proteínas solubles e insolubles, lípidos, azúcares, sales minerales, vitaminas, elementos celulósicos y agua (tabla 16).

Tabla 16: Composición química del trigo y sus derivados en 100 g de alimentos.

CÓDIGO	Nombre del alimento	Energía kcal	Energía kJ	Agua g	Proteínas g	Grasa Total g	Carbohidratos totales g	Carbohidratos Disponibles g	Fibra cruda g	Fibra dietaria g	Cenizas g
A-01	Trigo, harina fortificada con hierro	354	1480	10,8	10,50	2,0	76,3	73,6	1,5	2,7	0,4
A-02	Trigo, llunka	312	1307	16,1	9,10	1,0	71,8	71,8	2,9	-	2,0
A-03	Trigo, harina tostada (machica)	347	1453	9,0	7,90	1,2	79,9	77,2	4,1	2,7	2,0
A-04	Trigo, mote (sancochado)	154	644	59,0	2,50	0,6	37,0	37,0	1,1	-	0,9
A-05	Trigo para mote pelado cocido	69	289	82,9	1,90	0,1	14,7	14,7	0,2	-	0,4
A-06	Trigo para mote pelado crudo	355	1484	12,5	9,80	0,9	74,6	74,6	0,7	-	2,2
A-07	Trigo, pelado	359	1503	12,6	8,40	1,4	76,1	76,1	2,0	-	1,5
A-08	Trigo resbalado cocido	90	379	77,9	2,80	0,3	18,6	18,6	0,3	-	0,4
A-09	Trigo resbalado crudo	357	1494	13,5	11,40	1,8	71,8	71,8	1,3	-	1,5
A-10	Trigo, sémola	335	1403	12,1	7,80	1,1	78,4	74,5	0,9	3,9	0,6
A-11	Trigo	303	1267	11,6	10,30	1,9	74,7	62,5	3,0	12,2	1,5

CÓDIGO	Calcio mg	Fósforo mg	Zinc mg	Hierro mg	β caroteno equivalentes totales µg	Retinol µg	Vitamina A Equiv. totales µg	Tiamina mg	Riboflavina Mg	Niacina mg	Vitamina C mg	AscT mg
A-01	36	108	0,70	5,50	-	0,00	0,0	0,50	0,40	4,80	1,80	-
A-02	60	250	-	1,60	-	0,00	-	0,33	0,26	1,95	2,00	-
A-03	67	300	0,70	0,90	-	0,00	0,0	0,10	0,48	2,11	2,70	-
A-04	38	118	-	2,50	-	0,00	-	0,01	0,07	1,57	0,40	-
A-05	29	45	-	0,40	-	-	-	0,00	0,00	0,73	0,00	-
A-06	80	274	-	2,50	-	-	-	0,18	0,23	4,00	0,90	-
A-07	51	293	-	4,60	-	0,00	-	0,22	0,15	3,85	-	-
A-08	5	66	-	0,50	-	-	-	0,06	0,02	0,90	0,70	-
A-09	17	299	-	4,80	-	-	-	0,30	0,17	5,00	4,50	-
A-10	40	125	1,05	0,80	-	0,00	0,0	0,14	0,08	1,21	0,00	-
A-11	36	314	2,98	3,87	169,0	0,00	0,0	0,42	0,17	3,89	4,80	-

FUENTE:: MINSa (2009)

El grano contiene un 2-3% de germen, un 13-17% de salvado (incluyendo la aleurona) y un 80-85% de endospermo, figura 8. El endospermo es fundamentalmente de tipo harinoso (80%) y la matriz proteica es más fácilmente degradable que la del maíz, por lo que tanto la proteína como el almidón del trigo son altamente fermentables en el rumen. La proporción de endospermo córneo aumenta, y la degradabilidad ruminal disminuye, en las variedades de trigo duro. (Elizondo, 2007).

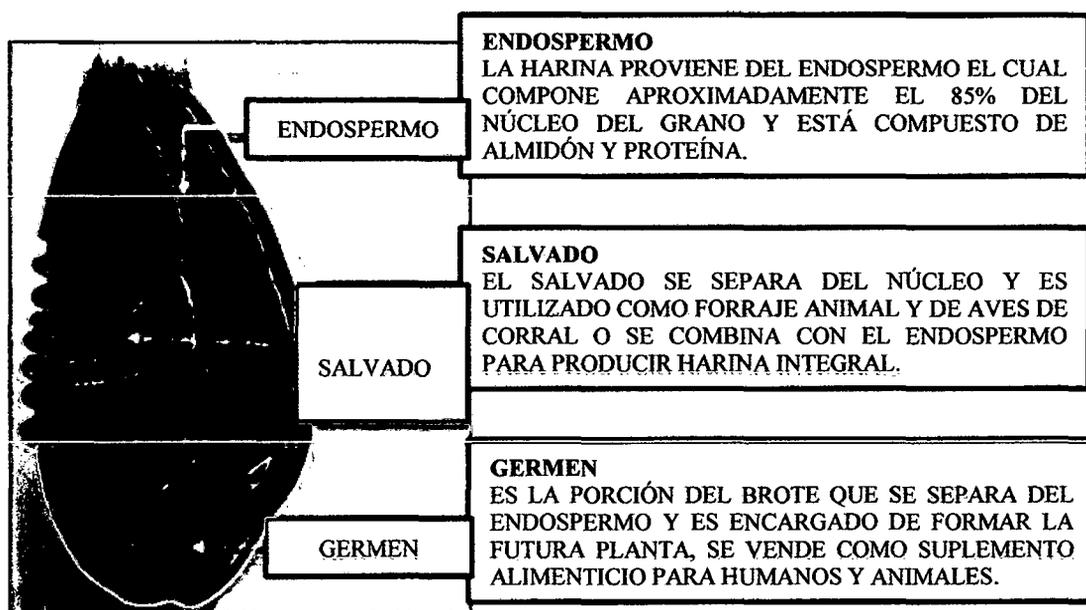


Figura 8: Estructura del grano de trigo.

En el trigo existen concentraciones relativamente bajas de azúcares y oligosacáridos, resultantes de la degradación del almidón, por lo que sus niveles aumentan durante la preparación de la masa. Los oligosacáridos de la harina de trigo son la maltotriosa, maltotetrosa y la maltopentosa. (Astiasaran & Martínez, 2002).

En la tabla 17 aparece reflejada la composición química de los diferentes partes del grano de trigo. En ella se puede observar que los diferentes constituyentes químicos aparecen en todos los tejidos en diferentes proporciones. (Gallejo, 2002).

Tabla 17: Composición química de las diferentes partes del grano de trigo (en % sobre materia seca).

Parte del grano (% masa del grano)	Proteínas	Lípidos	Materias minerales	Celulosa	Hemicelulosa	Almidón
Pericarpio (4%)	7-8	1	3-5	25-30	35-43	0
Tegumento seminal (1%)	15-20	3-5	10-15	30-35	25-30	0
Epidermis nuclear envuelta proteica (7-9%)	30-35	7-8	6-15	6	30-35	10
Germen (3%)	35-40	15	5-6	1	20	20
Endospermo (82-85%)	8-13	1	0.35-0.60	0.3	0.5-3.0	70-85
Grano entero (100%)	10-14	1.5-2.5	1.6-2.1	2-3	5-8	60-70

FUENTE: Gallejo G. (2002)

La composición química de la harina de trigo depende del grado de extracción. A medida que aumenta el grado de extracción, disminuye la proporción de almidón y aumenta en contenido de componentes de las envolturas, como minerales, vitaminas y fibra alimentaria. En la tabla 18 se muestra la composición de la harina de trigo según su grado de extracción (Astiasaran & Martínez, 2002).

Tabla 18: Composición media de las harinas de trigo.

Grado de extracción	40-56%	64-71%	76-79%	82-85%	100 %
Almidón	84.4	81.8	78.4	78.2	66
Proteína (Nx6.25)	11.7	12.3	13	13	14.8
Lípidos	1	1.2	1.5	1.9	2.3
Fibra bruta	3.7	3.7	s.d.	4.9	10.9
Minerales (cenizas)	0.4	0.6	0.8	1.1	1.7

FUENTE: Belitz & Grosch (1997). Citado por (Astiasaran & Martínez, 2002).

La cantidad de azúcares naturales presentes en la harina es relativamente pequeña pero suficiente para su utilización como sustrato por las levaduras en procesos no prolongados de fermentación de las masas. Los azúcares en la harina aparecen en forma de sacarosa en mayor proporción, aunque también existen cantidades menores de

azúcares reductores. La glucosa que se encuentra en un 1% y la sacarosa en 0.5-4%, a pesar de su pequeña cantidad juegan un papel muy importante en la panificación.

En el germen encontramos rafinosa (trisacárido formado por fructosa, glucosa y galactosa), levosina (fructosa y glucosa), celulosa y arabinosa en la capa externa. La maltosa no existe, sólo se forma por hidrólisis amilolítica del almidón. (Vaisey & Unrau, 1994).

Tabla 19: Contenido de azúcares solubles en etanol del 80 % de harinas de trigo.

Azúcar (%)	H. de trigo de primavera	H. de trigo duro
Fructosa	0,02 - 0,08	0,04 - 0,09
Glucosa	0,01 - 0,09	0,02 - 0,04
Sacarosa	0,19 - 0,26	0,26 - 0,57
Maltosa	0,07 - 0,10	0,10 - 0,15
Oligosacáridos	1,26 - 1,31	0,67 - 1,05

FUENTE: Vaisey & Unrau, (1994). Citado por (Ramírez, 2007)

La teoría más aceptada que explica la formación del gluten es la de hidratación, según la cual hay un efecto coloidal, donde las proteínas y el almidón embeben agua e interactúan para formar un enrejado tridimensional, mediante la formación de puentes disulfuro y de hidrógeno. Es fundamental el potencial redox del medio, por lo que los agentes oxidantes y reductores afectarán la formación y la estabilidad del gluten. (Ramírez, 2007).

Dentro de la fracción soluble se encuentra la fracción de las albúminas, dentro de las que se han aislado de 7 a 11 bandas electroforéticas que poseen diferente peso molecular y punto isoeléctrico. La leucosina es la que se presenta en mayor proporción y no se le conoce una función específica.

Existen en la harina otras sustancias de estructura y composición más simple como péptida y aminoácidos.

El gluten no sólo contiene proteínas, sino también se encuentran lípidos, cenizas e hidratos de carbono. (Ramírez, 2007).

Tabla 20: Composición de algunos aminoácidos esenciales de las fracciones de proteínas de la harina de trigo. (g / 100 g de proteína).

Aminoácidos	Albúmina	Globulina	Gliadina	Glutenina
Lisina	3,60	3,84	0,56	1,67
Treonina	3,61	3,43	1,80	2,39
Valina	5,33	4,39	3,13	3,46
Metionina	1,88	1,22	0,95	1,29
Isoleucina	3,50	3,26	3,43	3,22
Leucina	6,39	6,36	5,73	6,15
Fenilalanina	3,51	3,72	4,88	4,63

FUENTE: Vaisey & Unrau, (1994). Citado por Ramírez (2007)

2.4. Pastas alimenticias

2.4.1. Definición

Según (NTP 206.010. 1981. Revisada el 2011), "las pastas alimenticias son productos preparados mediante el secado apropiado de las diferentes figuras formadas a partir de una masa sin fermentar elaborada con derivados del trigo".

El trigo utilizado, normalmente es del tipo duro, el cual se caracteriza por presentar alto contenido de proteínas que producen una pasta firme y de buena textura y un producto de alto valor nutricional. Este se muele para producir partículas gruesas llamadas sémola, otros gránulos de menor tamaño llamados semolato y harina que pasan a ser la materia prima en la fabricación de pastas alimenticias.

2.4.2. Clasificación de las pastas alimenticias

2.4.2.1. Por el contenido de humedad

- A) Fideo seco:** Será el fideo con un contenido de humedad igual o menor a 15%.
- B) Fideo fresco:** Será el fideo con un contenido de humedad mayor a 15 %. (NTP 206.010. 1981. Revisada el 2011).

2.4.2.2. Por el proceso de fabricación

- A) Fideo tipo Nápoles:** Será el fideo obtenido por proceso de moldeado mediante boquillas de formas diversas.
- B) Fideo tipo Bologna:** Será el fideo obtenido mediante proceso de laminado.
- C) Fideos especiales:** Serán los que tienen agregado cantidades variables de gluten, huevos, leche, vitaminas, minerales, verduras u otros elementos nutritivos permitidos con el fin de mejorar sus cualidades dietéticas. (NTP 206.010. 1981. Revisada el 2011).

2.4.2.3. Por su forma

- A) Fideo Rosca y Nido:** Serán fideos largos que se presentan en forma de madejas.
- B) Fideo Largo o Tallarín:** Será el fideo tipo Nápoles o Bologna de tamaño y forma variable, con o sin hueco, de sección redonda, ovalada, rectangular u otros. Su dimensión fundamental es la longitud.
- C) Fideo Cortado:** Será el fideo tipo Nápoles o Bologna de tamaño y forma variable, sin características definidas de dimensión. Serán más pequeños que los largos o tallarines.
- D) Fideo Pastina:** Será un fideo tipo Nápoles que se caracterizará por su aspecto menudo. (NTP 206.010. 1981. Revisada el 2011).

2.4.2.4. Por su presentación

- A) A granel.
- B) Envasados

2.4.3. Características de calidad de las pastas alimenticias

Las características de calidad de la pasta alimenticia, determina el nivel de aceptación del producto en el mercado. (Felder, 2003). Entre éstas se suelen considerar:

- ✓ **Color.** El color amarillo es el más apreciado. Indica que existen en el trigo de partida pigmentos carotenoides. Los colores rojizos o marrones se consideran desfavorables.
- ✓ **Aspecto.** Se consideran deméritos el agrietamiento y las manchas rojizas o marrones.
- ✓ **Textura.** Mantenimiento de una textura adecuada antes, durante y tras haber sido cocida la pasta.
- ✓ **Firmeza.** Resistencia moderada a la presión normal de los dientes (pasta "al dente") tras la cocción. Cohesión de la pasta cocida debido a la existencia de gluten que forma una red.
- ✓ **Elasticidad.** Propiedad de recuperar la forma inicial tras una deformación provocada.
- ✓ **Pegajosidad.** Propiedad de adherirse tras la cocción a otros trozos de pasta o a otros ingredientes. Poca pérdida de sustancia en la cocción, durante la cual se libera parte de almidones y proteínas. (Felder, 2003).

2.4.4. Normas de calidad de las pastas y fideos

Según la norma técnica peruana (NTP 206.010. 1981. Revisada el 2011), las condiciones generales que deben cumplir las pastas y fideos para consumo humano son:

- A)** Solamente será permitida la elaboración de productos con masa fresca, y sin desperdicios de procesos anteriores.
- B)** Serán declarados inaptos para el consumo los productos que contengan elementos extraños, así como los atacados por insectos, estén ácidos o rancios, tengan olores diferentes al característico al producto sano y normal.
- C)** El expendio de los productos se efectuará en envases originales de fábrica y en buenas condiciones de higiene. Los envases no deberán presentar manchas de aceite, kerosene o de cualquier otro producto extraño.
- D)** Los comerciantes, las bodegas y sitios de expendio en general deberán preservar al producto de la acción de la humedad, de los insectos, roedores de la exposición directa al sol, etc.
- E)** Los fideos frescos deberán conservarse bajo refrigeración.
- F)** Cualquier tipo de estos productos deberá elaborarse exclusivamente con agua potable.
- G)** Se podrá hacer uso de preservantes tales como ácido sórbico y sorbatos, etc., aprobados, para consumo humano, en las dosis máximas permitidas de acuerdo a las prácticas correctas de fabricación.
- H)** En los fideos y pastas enriquecidas con vitaminas, sales minerales, malta u otros elementos nutritivos, el enriquecimiento deberá ser hecho en no menos de tres factores y en cantidades no inferiores al 50 % del requerimiento mínimo diario, contenido en una ración habitual (base 15 % de humedad).
- I)** Los fideos al huevo deberán elaborarse con un mínimo de 3 huevos frescos por kilogramos de pasta seca o su equivalente en huevos deshidratados (base 15 % de humedad).
- J)** Los fideos de gluten deberán elaborarse a base de harina de trigo, privada parcialmente de su almidón y reforzados con gluten en polvo.

No deberán de contener menos de 25 % de proteína ni más de 50 % de almidón (base 15 % de humedad).

K) A los efectos de las determinaciones analíticas, se admitirán las siguientes tolerancias:

Humedad = una unidad en más de la cifra indicada como máximo.

Acidez = 10 % sobre el valor máximo.

L) Requisitos químicos

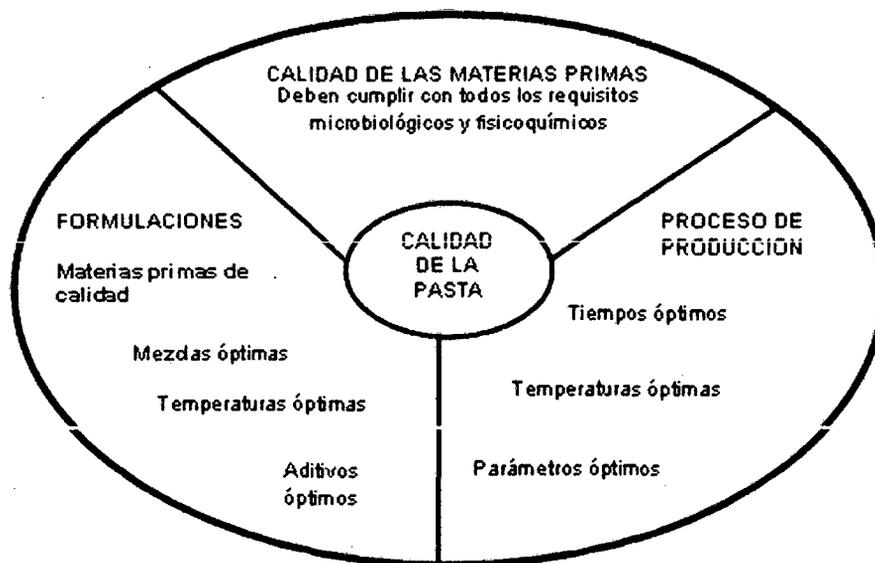
Tipos de fideos	Humedad máxima (%)	Acidez titulable máxima
Secos	15.0	0.45
Frescos	35.0	0.65

NOTA: La acidez se expresará como porcentaje de ácido láctico y sobre la base de 15 % de humedad (35 % en el fideo fresco).

M) Los requisitos microbiológicos en pastas o fideos, deberán estar exentos de microorganismos patógenos. (NTP 206.010. 198. Revisada el 2011).

2.4.5. Elaboración de las pastas

Es importante tener en cuenta que la calidad de la pasta depende de: las materias primas, del proceso de producción y de la formulación, figura 9. Los principales componentes para la elaboración de pastas son el agua y la sémola que está compuesta principalmente por las proteínas del gluten y por almidón, siendo estos elementos importantes en la elaboración del producto. La sémola se obtiene generalmente de trigos duros que se fragmentan en partículas grandes y las harinas de trigos blandos aunque algunos pueden dar semolinas que también son utilizadas como materia prima en la obtención de pastas. (Kill. R.C. 2004).



FUENTE: Kill, R.C. (2004).

Figura 9: Parámetros de calidad de la pasta.

2.4.5.1. Materia prima

A) Harina y/o sémola de trigo

Las pastas son elaboradas preferentemente, a partir de sémola producida durante la molienda de trigos cristalinos, debido a que presentan características culinarias de mejor calidad. (Witting *et al.*, 2002).

A pesar de que es posible utilizar harina de trigo cristalino para la elaboración de pastas alimenticias, ya sea en combinación o sustituyendo a la sémola, su uso no puede ser indiscriminado y, ante todo, debe tenerse plena conciencia de que las características de calidad de las pastas elaboradas resultarán afectadas.

Finalmente, uno de los factores determinantes para obtener un producto de excelente calidad, es utilizar sémola de trigos cristalinos (Fabriani *et al.*, 1998. Citado por (Acosta, 2007).

Según Callejo (2002), existen dos razones objetivas de defensa de la fabricación de pasta con sémola de trigo duro:

1. La calidad de la pasta de trigo duro es mejor desde el punto de vista gastronómico y culinario (sabor, textura después de la cocción).
2. El análisis de los compuestos químicos muestra una ligera superioridad en cuanto al valor nutricional de la pasta de trigo duro (mayor % de proteína).

Según Cigi, (1993), los requerimientos básicos de harina para fideos son los que se aprecian en la tabla 22.

Tabla 21: Categorías comerciales para sémola y semolina de trigo duro.

Tipo	Granulometría (micras)
Sémola de boca o consumo directo (°)	600 – 850
Sémola para pasta alimenticia de calidad superior (°)	600 – 187 (**)
Semolina de trigo duro	≥ 160
Semolina de trigo blando	≥ 160 (**)

(°) Procedencia de trigo duro. (**) Tolerancia del 10%

FUENTE: Callejo, (2002)

Tabla 22: Requerimientos básicos de harina para elaboración de pastas.

ITEM	Requisitos
Pureza	Adecuado proveedor (Buenas prácticas y manejo de molienda)
Olor	Libre de olores normales o indeseables.
Color y cenizas	El color de la harina depende del grano (contenido de carotenoides), se puede mejorar con agentes blanqueadores. Bajo contenido de cenizas, ligado a las prácticas de molienda, y se refleja en la apariencia del fideo.
Actividad enzimática	Debe ser baja, se debe evitar la presencia excesiva de amilasa (Deterioro de firmeza y textura), proteasas (afecta habilidad de formato de la masa) y oxidasas (influye en el oscurecimiento del fideo).
Proteína	Contenido medio: 8 a 14%, aunque también está en función del tipo de fideo. Afecta la absorción de agua, desarrollo y extensibilidad del gluten.
Almidón	No debe contener altas cantidades de almidón dañado, porque trae problemas de grumos de gran tamaño, alargamiento excesivo del producto en el secado, apariencia húmeda, roturas, mayores pérdidas en la cocción, y fideos suaves y pegajosos; es decir, influye en la temperatura de gelatinización, poder de hinchamiento, capacidad de retención de agua y solubilidad del almidón de fideo

FUENTE: Cigi. (1993). Citado por (Sánchez & Valderrama, 2009)

B) Agua

El agua empleada para la producción de pasta debe ser potable, inodora, incolora e insípida.

Durante la preparación de la masa se añade agua aproximadamente en una proporción de 18-25% con respecto a las materias primas secas, para conseguir que una masa recién formada contenga una media de 30-32% de humedad, el producto terminado tiene un contenido final de agua de 12.5% con respecto a la masa del producto (Escamilla, 2001).

El agua para el amasado ha de ser de excelente potabilidad; normalmente se prefiere agua de media dureza, entre 50-100 ppm, con pH neutro o ligeramente ácido. No se empleara agua duras, porque provocan es desgaste prematuro de los moldes y, cuando lo son en exceso, las pastas resultantes tienen un sabor poco agradable y hasta drujen al masticarlas. La clasificación de la dureza del de agua se muestra en la tabla 23. (Cerrate, 1989. Citado por Sánchez & Valderrama, 2009).

Tabla 23: Clasificación de la dureza del agua.

ppm	Dureza
0 – 15	Muy blanda
15 - 50	Blanda
50 - 100	Ligeramente dura
100 – 200	Dura
Más de 200	Muy dura

FUENTE: Cerrate. (1989). Citado por Sánchez & Valderrama (2009)

La temperatura del agua usada en la fabricación de las pastas es también importante. Las pautas observadas en la actualidad por la industria de las pastas son:

- Entre 36 y 45 °C para la preparación de la masa en frío.
- Entre 45 y 65 °C para el sistema tibio utilizado secado a altas temperaturas.
- Entre 75 y 80 °C para el procesamiento caliente.

C) Aditivos

La utilización de uno o varios aditivos alimentarios, así como la presencia de uno o varios aditivos alimentarios transferidos de los ingredientes, deberá ajustarse al nivel máximo permitido por la Norma General para los Aditivos Alimentarios (NGAA), CODEX STAN 192-1995. No obstante, hasta tanto se finalicen las disposiciones sobre aditivos alimentarios relativas a la categoría de alimentos "Pastas y fideos precocidos y productos análogos" se aplicará la siguiente lista de aditivos alimentarios.

Tabla 24: Aditivos alimentarios “Pastas y fideos precocidos y productos análogos”.

Nº del SIN	Aditivo alimentario	Nivel máximo
Regulares de la acidez		
334	Ácido tartárico (L(+)-)	7500 mg/kg
Antioxidantes		
304	Palmitato de ascorbilo	500 mg/kg, solos o combinados, como estearato de ascorbilo
305	Estearato de ascorbilo	
310	Galato de propilo	200 mg/kg, solos o combinados, expresados con respecto a la grasa o al aceite.
319	Butilhidroquinona terciaria (TBHQ)	
Colorante		
100(i)	Curcumina	500 mg/kg
101(i)	Riboflavina	200 mg/kg, solos o combinados, como riboflavina
101(ii)	Riboflavina 5'-fosfato, sodio	
102	Tartrazina	300 mg/kg
110	Amarillo ocaso FCF	
Estabilizantes		
459	Beta-ciclodextrina	1000 mg/kg
Agentes de tratamiento de las harinas		
223	Metabisulfito sódico	20 mg/kg, solos o combinados, como dióxido de azufre
224	Metabisulfito potásico	
225	Sulfito de potasio	
539	Tiosulfato de sodio	
Conservantes		
200	Ácido sórbico	2000 mg/kg, solos o combinados, como ácido sórbico
201	Sorbato sódico	
202	Sorbato potásico	

FUENTE: CODEX STAN 249-2006. SIN = Sistema internacional de numeración

2.4.5.2. Ingeniería de proceso de elaboración de pastas

La fabricación de pastas de calidad, requiere dos ingredientes básicos: sémola de trigo duro y agua. Sin embargo, por las diversas razones es frecuente que esta industria utilice una mayor gama de materias entre las que destacan la sémola de trigo semiduro o incluso la sémola de trigo blando, maíz y otros cereales. (Sánchez, 2003).

Las etapas del proceso productivo destinado a la elaboración de pastas que se describen a continuación, se muestran en la diagrama de flujo de la figura 10.



FUENTE: Sánchez, (2003).

Figura 10: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de pastas.

A) Recepción de la materia prima

La sémola de trigo duro será controlada a su recepción almacenamiento en silos. Se controlará la cantidad de sémola recepcionada así como la calidad de la misma.

La cantidad se determinará por diferencia de pesos entre el camión cargado y descargado, pesos que serán cuantificados en la báscula de pesaje situada próxima a los silos de almacenaje. La sémola se transporta neumáticamente a las líneas de elaboración. (Sánchez, 2003).

B) Limpieza

La sémola será desprovista de todas aquellas impurezas que pueda llevar mediante un imán tubular antes de entrar al extrusor.

C) Cocción y extrusión

Las operaciones de mezclado, amasado, cocción y extrusión se llevan a cabo en el equipo llamado extrusor. Considerado como el corazón de todo el proceso.

Durante la operación de extrusión el alimento es comprimido y trabajado hasta la obtención de una masa semisólida que es impulsada a través de un cabezal con pequeños orificios llamado "die", en donde se efectúa el moldeo. (Sánchez, 2003).

La extrusión del extrusor en la línea de elaboración está avalada por:

- Constancia en cuanto a calidad y homogeneidad de la pasta.
- Menores necesidades de espacio.
- Menor mano de obra requerida.

En cuanto a la constancia de calidad y homogeneidad se refiere, la continuidad del proceso elimina los

inconvenientes generados por el proceso discontinuo como son:

- Imposibilidad de obtener masas uniformes que conlleva a diferencias en cuanto a las formas productivas y en cuanto a la calidad organoléptica del producto.
- Mayor uniformidad de los cambios de temperatura que origina apariencias más suaves.
- Menor contacto con el aire de la masa, lo que evita la aparición de estrías blanquecinas en la superficie de la pasta.
- Menores pérdidas de masa ocasionadas

- a) Mezcladora:** la mezcladora del extrusor está provista de un dosificador de sémola y agua. La mezcla se lleva a cabo por medio de uno o varios ejes de paletas, que realizan, a la vez, una tarea de transporte de la mercancía a la cámara de extrusión. (Callejo, 2002).
- b) Cámara de extrusión:** cámara cilíndrica con un sinfín donde se somete la mezcla a una presión continua, empujándola hacia el molde. Por la parte exterior, circula un circuito de refrigeración, para evitar daños en la masa por exceso de temperatura. (<50°C). (Callejo, 2002).
- c) Cabezal:** pieza que soporta el molde formador de pasta. Debe quedar hermético para evitar pérdida de presión de la masa. El molde, de forma circular o rectangular, presenta unas aberturas con la forma de las pasta que deseamos obtener. Está fabricado de metal de aleación muy resistente a la presión y la temperatura. Cuando la masa ya tratada sale por las boquillas del cabezal, tiene lugar una expansión. Para

las pastas cortas, en la parte inferior del molde, se adaptan varias cuchillas sobre un eje. Estas van girando en constante roce con el molde y cortan la pasta a la longitud deseada. Existen en el mercado hasta 250 formadores diferentes para pasta, que se clasifican en tres grandes grupos: pastas cortas, pastas largas, nidos. (Callejo, 2002).

En cuanto a la disminución del valor nutritivo, las pérdidas vitamínicas de los alimentos extruidos dependen del tipo de alimento. De su contenido de grasa y del tiempo y la temperatura de tratamiento.

Las temperaturas elevadas y la presencia en el medio de azúcares provocan reacciones de Maillard y afectan a la calidad de la proteína del alimento. Por el contrario, temperaturas inferiores y concentraciones bajas en azúcares provocan cambios en la estructura de las proteínas que mejoran su digestibilidad. Las reducidas velocidades de moldeo (2 m/minuto para pasta de corte largo). (Sánchez, 2003).

D) Laminado y moldeo

El principal objetivo de esta operación es dar forma concreta y definitiva a la pasta.

Se desarrolla en dos etapas:

a) Laminado: para producir una estructura uniforme, la masa se lamina haciendo pasar la bola entre dos rodillos lisos que, girando en sentido opuesto, aplastan la masa en forma de lámina. Solo los grandes alvéolos son eliminados en esta fase.

Para evitarse el desgarrado de la pieza los rodillos tienen 7 diferentes niveles de abertura que deben abrirse o

cerrarse, dependiendo del tamaño o volumen de la pieza.

- b) Moldeado:** consiste en cortar la lámina en fragmentos de 30cm. y se procede a pasar cada uno por los rodillos acanalados(o moldes) para la formación del espagueti u otro tipo de pasta según el molde que se utilice. (Callejo, 2002).

E) Secado

Esta operación unitaria consiste en la eliminación de la humedad, manteniendo el flavor y las características culinarias de la pasta. Proporciona al alimento las características finales así como su estabilidad y condiciones óptimas de conservación.

Las ventajas más importantes se enumeran a continuación:

- El tiempo de secado disminuye.
- La carga bacteriana del producto se reduce a niveles prácticamente despreciables.
- Mejora la calidad en cuanto a su posterior cocción se refiere.
- Se reduce el tamaño de los secadores sin disminuir la capacidad de producción. (Sánchez, 2003).

El secado del producto progresa de la superficie hasta el centro. Durante esta operación la superficie no debería secarse con demasiada rapidez con relación al interior de la pasta, ya que se generarían tensiones que podrían dar lugar a grietas en el producto terminado (Kill et al., 2004).

Es importante secar la pasta muy cuidadosamente, pues si se secura demasiado rápido podría cuartearse, agrietarse o quebrarse y, si se secura demasiado lento podría conducir

al desarrollo de hongos, agrietamiento o decoloración (Guler et al., 2005).

Existen diferentes alternativas de secado, cada una de las cuales, presenta diferentes condiciones dependiendo del tipo de pasta que se debe secar como se muestra a continuación:

Tabla 25: Temperaturas y tiempos de secado para pastas.

Procesos	Pastas cortas		Pastas largas	
	Tiempo (h)	Temperatura (°C)	Tiempo (h)	Temperatura (°C)
Temperatura convencional de secado.	8	55	16	55
Temperatura alta de secado.	4.5	55 – 75	10	55 – 75
Muy alta Temperatura de secado.	2.5	74 - 100	5.5	74 - 100

FUENTE: Lorenz, (1991)

a) Fases de operación de secado

El secado se lleva a cabo en distintas etapas:

- **Presecado.** Su objetivo es causar un ligero endurecimiento de la superficie de la pasta inmediatamente después de la salida del extrusor para evitar deformaciones. (Sánchez, 2003).
- **1^{ra} fase de secado.** Los objetivos perseguidos en esta etapa son:
 - Eliminación de la humedad en tiempos relativamente cortos para evitar fermentaciones que alterarían el producto.
 - Hacer la pasta elástica y resistente a deformaciones.

- Calentamiento de la pasta para facilitar el secado y evitar desarrollos fúngicos.
- Acelerar el proceso de secado.
- **2^{da} fase de secado.** Es complementaria a la anterior. En ella se pretende:
 - Acondicionar el producto a la humedad de comercialización (entre el 12 y 12.5% aproximadamente).
 - Eliminar el agua residual sin que se produzcan fisuras o grietas en la pasta.
 - Evitar la comercialización de pastas acidas o contaminadas por hongos.
- **Tratamiento final.** Es la fase de estabilización, en la que el producto se enfría y adquiere las condiciones finales para su envasado. (Sánchez, 2003).

b) Control de la velocidad de aire

En la operación de secado, se debe producir la eliminación del agua manteniendo las características del producto tales como sabor, olor y consistencia. La temperatura y humedad del aire serán controladas por un dispositivo diseñado al efecto para que el proceso transcurra en condiciones establecidas.

La velocidad de secado se controla con los siguientes equipos:

- **Control de entrada.** Filtro, válvula reductora de presión, secador de aire (opcional) y by-pass regulado por una válvula solenoide.
- **Higrómetro.** Con él se humidifica el aire si fuera necesario.

- **Servomotor.** Controla la apertura y cierre de las válvulas de entrada de aire seco y salida de aire húmedo.
- **Termostato.** Controla la temperatura del aire a su entrada al secador.
- **Válvula neumática.** Regula la entrada del flujo de agua caliente al sistema de calefacción del secadero. (Sánchez, 2003).

c) **Secado de pastas cortas**

En cuanto proceso del secador, hay que atender también al tipo de pasta. Las pastas cortas, son extruidas a través de un molde circular y cortadas a la salida del mismo mediante un presecador a sacudidas que realiza un somero secado superficial que evita que se peguen entre sí.

Se lega posteriormente a un presecador, bien de tambor o de cintas, detrás del cual hay un secador final de cinta, desde donde llega al enfriador. El producto final, dependiendo de la forma, puede ser almacenado en silos con celdas o bien en silos de cinta. (Callejo, 2002).

Los secadores utilizados en procesos productivos tradicionales o en procesos de producción semiautomáticos, como los secadores de armarios, de bandeja o de carretillas, son únicamente útiles para cantidades limitadas de producción. En procesos completamente automáticos y de mayor producción, pueden utilizarse dos tipos de secaderos. (Sánchez, 2003).

- **Secadores de tambores giratorios o rotatorios.** Consta de una cabina en cuyo interior existe un tambor de sección circular que rota sobre un par de rodillos. El tambor está dividido en compartimientos comunicados por una malla metálica. La pasta es continuamente mezclada según llega en la dirección longitudinal al eje y expuesta a corriente de aire caliente y grado higrométrico determinado en función del diagrama de secado.
- **Secaderos de cinta.** Consta de un distribuidor de producto, una cinta metálica o de plástico y un sistema de descarga así como de unidades de control y regulación de la temperatura y humedad. (Sánchez, 2003).

La elección del secadero requiere un pausado análisis de los factores que a continuación se indican, para que el resultado de la operación sea el adecuado. (Sánchez, 2003).

- Forma de las unidades a secar.
- Máximo grosor de la unidad.
- Peso específico.

d) Secado de pastas largas

El secadero universalmente utilizado para el secado de pastas es el continuo de cinta. Los secadores más corrientes son aquellos que tienen cinco niveles, si bien existen secaderos con tres o incluso siete niveles. (Sánchez, 2003).

Para la obtención de pastas largas, estas son extruidas a través de un molde rectangular; las hebras de pasta se cuelgan automáticamente sobre varillas y se cortan a

la misma longitud; las varillas con producto se desplazan a lo largo de diferentes secadoras, una zona de enfriamiento, y se almacenan en un depósito; para el envasado, el producto debe ser primeramente descolgado y luego cortados en la longitud deseada. (Callejo, 2002).

La dificultad de la elaboración de pastas de corte largo radica en la delicadeza que requieren en su manejo y en las reacciones que tienen lugar en el producto semielaborado. La pasta a la salida del extrusor se somete a una fase de presecado, en la que persigue un endurecimiento superficial que permita un manejo menos dificultoso de la misma. El presecado se realiza en un túnel de un único nivel. En la fase final la pasta adquiere una humedad de comercialización. La temperatura del aire es de 110 °C a los 80 °C que tenía en la etapa anterior y la duración del secado alrededor de una hora. Finalmente la pasta pasa a la zona de estabilización, donde disminuye su temperatura alcanzando (12.5%). (Sánchez, 2003).

F) Envasado

Puesto que el envasado es una operación que a pesar de estar completamente automatizada es discontinua, se necesitan a la salida de los secaderos tolvas que recojan la pasta que ya está lista para ser empacada.

Cada tipo de pasta requiere un determinado diseño de tolva. Para las pastas cortas se dispondrán tolvas paralelepípedicas ya sean metálicas o de plástico, en las que descargan directamente con las cintas de los secadores. En caso de las pastas largas, estas de

descargarán mediante cintas transportadoras. (Sánchez, 2003).

Según (NTP 206.010. 1981. Revisada el 2011), Se emplearán envases que reúnan las condiciones necesarias para que el producto mantenga la frescura y calidad requeridas, así como la suficiente protección en las condiciones de manipuleo y transporte.

El peso neto tendrá una tolerancia de:

Envase:

Hasta 1 kg inclusive.....	4 %
De 1 kg a 5 kg inclusive	3 %
De 5 kg a 10 kg inclusive	2 %
Más de 10 kg.....	1 %

NOTA: El peso se referirá a 15 % de humedad.

2.4.6. Pastas enriquecidas

En el Perú se han realizado investigaciones desde 1970 con diferentes materias primas con la finalidad de sustituir parcialmente la harina importada no sólo en la elaboración de panes sino en fideos y galletas. (Bilbao, 2007)

Tabla 26: Principales Sucedáneos del Trigo en nuestro país.

Cereales	Leguminosas	Pseudos Cereales	Tubérculos	Raíces
Trigo Nacional	Soya	Quinua	Yuca	Maca
Maíz	Haba	Kiwicha	Camote	Oca
Cebada	Tarwi	Canihua	Papa	Mashua
Arroz	----	----	----	----

FUENTE: Bilbao, (2007)

A través de muchas investigaciones, se puede decir que si es factible sustituir parcialmente la harina de trigo importada con harinas sucedáneas para la elaboración de panes, fideos y galletas. (Bilbao, 2007).

En la tabla 27 que se muestra a continuación, se tiene el Análisis Químico Porcentual de los principales Sucédáneos, así como los porcentajes máximos de sustitución de harina de trigo recomendados. Cabe mencionar que para el caso en que se combinen harinas sucedáneas (dos o más harinas), el porcentaje de sustitución de la harina combinada se calculará en base a las proporciones individuales en la mezcla respecto a los porcentajes máximo permitidos. (Bilbao, 2007).

Martínez (2011) Tesis sobre el estudio del Efecto de la sustitución Parcial de harina de trigo, por dos tipos de zanahoria Blanca (*Arracacia xanthorrhiza*). En este proyecto se sustituyó parcialmente harina de zanahoria blanca con cáscara y sin cáscara, para mejorar el contenido proteico de las pastas alimenticias, indica que el mejor tratamiento se realizó al 15% de sustitución de harina de zanahoria lo cual permite mejorar los valores nutritivos de los fideos.

Pazuña (2011). estudió el efecto de mejoradores en el desarrollo de masas para la elaboración de pastas con sustitución parcial de harina de Quinoa (*Cheenopodium quinua*) y papa (*Solanum tuberosum*), en donde indica que considerando los porcentajes de sustitución (20% papa con 80% trigo importado), (30% quinua con 70% trigo importado) y las especificaciones de su adición (Glucosa oxidasa 150 ppm, Ácido ascórbico 100ppm, Emulsificante 250 ppm, Lipasa 200 Goma Xanthan 100 ppm, Peróxido de Benzoilo 140ppm), determinó que se optimiza la calidad de la harina en todas sus características; especialmente el fortalecimiento del gluten. Por otro lado, se mejoraron los parámetros que corresponden a la evaluación de pastas, fundamentalmente el tiempo de cocción (6 a 7 minutos); mismo que es un atributo primordial para el consumidor.

Tabla 27: Composición Químico Porcentual de Sucedáneos del trigo. Sustitución parcial en panes, fideos y galletas.

NOMBRE CIENTÍFICO	CEREALES	Humedad gm%	Proteína gm%	Grasa gm%	Ceniza gm%	Fibra gm%	Carbohidratos gm%	% de Sustitución		
								Panes	Galletas	Fideos
<i>Triticum durum</i>	Harina de Trigo	13.5	13.8	1.45	0.64	1.5	70.36	100	100	100
<i>Zea Mays</i>	Harina de Maíz	11.2	9.0	4.5	1.5	2.0	73.8	20	30	0
<i>Hodeum vulgare</i>	Harina de Cebada	9.3	9.6	1.3	1.5	1.1	78.3	20	20	0
<i>Oryza sativa</i>	Harina de Arroz	13.4	7.4	0.9	0.6	0.6	77.7	20	30	0
LEGUMINOSAS										
<i>Vicia faba</i>	Harina de Haba	10.3	23.3	1.6	3.2	1.4	61.6	5	5	0
<i>Glicine max</i>	Harina de Soya	7.5	48.5	3.0	6.0	1.0	35.0	10	20	10
<i>Lupinus mutabilis</i>	Harina de Tarwi	6.7	49.4	27.2	2.9	3.1	21.4	10	10	
PSEUDO CEREALES										
<i>Chenopodium quinoa</i>	Harina de Quinoa	12.7	9.3	2.6	2.5	3.2	73.2	20	20	20
<i>Amaranthus caudatum</i>	Harina de Kiwicha	11.6	12.6	5.9	2.5	2.8	67.4	20	30	0
<i>Chenopodium callinacaule</i>	Harina de Cañihua	11.4	13.5	6.5	6.4	6.0	62.2	10	30	0
TUBÉRCULOS										
<i>Manihot esculenta</i>	Harina de Yuca	11.21	1.8	1.4	3.3	1	82.3	10	20	0
<i>Ipomoea batatas</i>	Harina de Camote	9.0	1.6	0.8	2.2	1.5	86.4	10	30	0
<i>Solanum tuberosum</i>	Harina de Papa	10.9	6.4	0.4	5.2	2.3	77.1	10	20	0
RAICES										
<i>Lepidium meyenii</i>	Harina de Maca	10.9	13.3	0.96	1.08	5.35	68.2	10	10	3
<i>Oxalis tuberosa</i>	Harina de Oca	6.4	4.1	1.9	3.6	4.0	84.0	10	0	0
<i>Tropaeolum tuberosum</i>	Mashua, Isaño o Añu	87.4	1.5	0.7	0.6	0.9	9.8	10		

FUENTE: Bilbao. (2007)

Las investigaciones tratan de encontrar el porcentaje óptimo de sustitución de la harina importada en productos terminados como son: panes, fideos y galletas vía también el aprovechamiento de los recursos propios de cada región. (Bilbao, 2007)

En algunos casos se busca asimismo, mejorar nutricionalmente el producto, mediante la sustitución del trigo importado por soya, quinua, kiwicha, cañihua, tarwi y habas (con mayor contenido proteico del trigo). (Bilbao, 2007)

En otros, como el caso del camote, en las que las investigaciones han cubierto su uso en diferentes formas (harina, puré y camote rayado) y que constituye una fuente sumamente valiosa de vitamina A (100 gr. de camote, proporciona más del 100% de las necesidades de vitamina A que el ser humano requiere diariamente) o la Cebada, que es una gran fuente de minerales como el Calcio y el Fósforo, así como otros sucedáneos como el Maíz. (Bilbao, 2007).

2.5. Cinética del deterioro de los alimentos y predicción de la vida útil

Los alimentos son sistemas físico-químicos y biológicamente activos, por lo tanto la calidad de los alimentos es un estado dinámico que se mueve continuamente hacia niveles más bajos. Así pues, para cada alimento particular, hay un periodo de tiempo determinado, después de su producción, durante el cual mantiene el nivel requerido de sus cualidades organolépticas y de seguridad, bajo determinadas condiciones de conservación. Este periodo se define como vida útil del alimento (Casp y Abril, 1999).

Para Tortorello et al., (1991), la vida útil de cualquier producto es el periodo de tiempo bajo condiciones normales de almacenamiento en que este permanece seguro y aceptable por el consumidor. De esta forma Wilbey, (1997), considera que la vida útil de un producto no debe ser considerado sólo en términos legales acerca de su durabilidad mínima sino que también la define como el periodo de tiempo durante el cual el alimento puede: (i) permanecer seguro; (ii) mantener las características

físicas, químicas, sensoriales y microbiológicas deseadas; (iii) cumplir con cualquier reglamento nutricional. Además es importante considerar que la vida útil de un producto es función de la calidad microbiológica de las materias primas, empaque y condiciones en que fue almacenado (Tortorello et al., 1991), mientras Campbell-Platt (1989), apunta como igualmente importantes la higiene de la planta y el personal, el tiempo y temperatura de mantención, distribución y la composición del alimento.

Por otro lado Wilbey (1997), señala que la estabilidad de los productos alimenticios depende tanto de factores intrínsecos y extrínsecos, entre los primeros se cuentan calidad del material crudo, características físicas, pH y actividad de agua, mientras que las condiciones de procesamiento, higiene, empaque y condiciones de almacenamiento especialmente temperatura son factores extrínsecos. Estos factores pueden interactuar aditiva o antagónicamente y algunas veces sinérgicamente, un efecto deseado es cuando dos o más factores son usados para inhibir el crecimiento microbiano. Finalmente, se debe considerar que el análisis sensorial es de suma importancia por cuanto, junto a los métodos instrumentales, contribuye a minimizar el riesgo a la salud pública. Las técnicas generalmente usadas en la evaluación sensorial son i) test de discriminación, ii) test de aceptación y iii) análisis descriptivo (Wilbey, 1997).

Durante el almacenamiento y distribución, los alimentos están expuestos a un amplio rango de condiciones ambientales, factores tales como temperatura, humedad, oxígeno y luz, los cuales pueden desencadenar mecanismos de reacción que conducen a su degradación. Como consecuencia de estos mecanismos los alimentos se alteran hasta ser rechazados por el consumidor.

Es necesario por tanto, conocer las diferentes reacciones que causan esta degradación de los alimentos para desarrollar procedimientos específicos para su vida útil (Casp y Abril, 1999). Según Casp y Abril (1999), la cinética de deterioro de los alimentos se puede expresar matemáticamente por medio de ecuaciones de relación. Aplicando los principios fundamentales de la cinética química, los cambios en la calidad

de los alimentos pueden, en general, expresarse como una función de la composición de los mismos y de los factores ambientales:

$$\frac{dQ}{dt} = F(C_i, E_j)$$

Donde C_i , son factores de composición, tales como composición de algunos compuestos de reacción, enzimas, pH, actividad de agua, así como población microbiana y E_j , son factores ambientales tales como temperatura, humedad relativa, presión total y parcial de diferentes gases, luz, etc.

La mayoría de las reacciones estudiadas en los alimentos, se han caracterizado como de orden cero o de primer orden. En la tabla 28 se indican algunos ejemplos significativos de reacciones de pérdida de calidad en alimentos.

2.5.1. Reacción de orden cero

Una característica de las reacciones de orden cero es la relación lineal entre el atributo de calidad, Q y el tiempo de la reacción, t , (Toledo, 1991). Según Casp y Abril (1999), una disminución lineal del atributo implica que su variación con respecto al tiempo es constante, y que, por lo tanto, la pérdida de dicho atributo no depende de su concentración.

Tabla 28: Reacciones de pérdida de calidad que siguen cinéticas de orden cero y primer orden.

Orden cero	Calidad global de alimentos congelados Pardeamiento no enzimático
Primer orden	Perdida de vitaminas Muerte/desarrollo microbiano Perdida de color por oxidación Perdida de textura en tratamientos térmicos

FUENTE: Casp y Abril (1999)

El empleo de una ecuación de orden cero es útil en la descripción de procesos tales como la degradación enzimática, el pardeamiento no enzimático y la oxidación de lípidos que lleva al desarrollo de olores rancios (Casp y Abril, 1999).

2.5.2. Reacción de primer orden.

La reacción es caracterizada por la disminución en forma exponencial del atributo de calidad, Q, durante el periodo de almacenamiento (Casp y Abril, 1999; Heldman y Lund, 1992). El ritmo de pérdidas del atributo de calidad depende de la cantidad que queda del mismo, y esto implica que a medida que el tiempo avanza y el atributo de calidad disminuye la velocidad de reacción es cada vez menor (Casp y Abril, 1999).

2.5.3. Efecto de la temperatura.

Heldman y Lund (1992), señalan que si las reacciones químicas son acompañadas por efectos de calor y si éstos son bastante grandes, pueden causar un cambio significativo en la temperatura de la reacción, por lo tanto estos efectos deben ser también tomados en cuenta. Generalmente la constante de velocidad de reacción acrecienta con un incremento de la temperatura (Labuza, 2000). Además Casp y Abril (1999), señalan que la temperatura, aparte de afectar fuertemente a las constantes de velocidad de las reacciones, es el único factor que, la mayoría de las veces, le es impuesto externamente al alimento y no puede ser controlado por un envase apropiado. La influencia de la temperatura sobre la constante de velocidad de reacción en un proceso elemental, se puede describir utilizando la ecuación desarrollada por Svante Arrhenius, en (1889):

$$K = K_0 e^{-\frac{E_a}{RT}} \dots \dots \dots (1)$$

Donde, K_0 es el factor pre exponencial o factor de colisión (S^{-1}), E_a es la energía de activación ($kJ. Mol^{-1}$), R es la constante de los gases ideales ($kJ. Mol^{-1}. K^{-1}$) y T es la temperatura absoluta (K) (Casp y Abril, 1999; Heldman y Lund, 1992; Toledo, 1991).

Si se aplica logaritmo a la ecuación anterior se obtiene:

$$\ln K = \ln K_0 - \left(\frac{E_a}{RT} \right) \dots \dots \dots (2)$$

Donde existe una relación lineal entre el logaritmo de la constante de velocidad y la inversa de la temperatura absoluta. La pendiente será el cociente de la energía de activación y la constante de los gases perfectos (Casp y Abril, 1999).

Para describir la relación entre la temperatura y la constante de velocidad de reacción se emplea un parámetro llamado: valor Q_{10} , el cual se define como el número de tiempos que cambia la velocidad de reacción con un cambio en temperatura de $10^\circ C$ (Labuza, 2000). Si la velocidad de reacción se duplica con un cambio de $10^\circ C$ en la temperatura, entonces el valor de Q_{10} será de 2. Para reacciones tales como color inducido enzimáticamente o cambio de sabor en alimentos, degradación natural de pigmentos, oscurecimiento no enzimático, y la velocidad de crecimiento microbiano, el Q_{10} normalmente estará alrededor de 2 (Toledo, 1991). Matemáticamente Casp y Abril (1999), lo demuestran de la siguiente manera:

$$Q_{10} = \frac{K_{T+10}}{K_T} \dots \dots \dots (3)$$

Dónde:

K_T = constante de velocidad de reacción a la temperatura T .

K_{T+10} = constante de velocidad de reacción a la temperatura $T+10$

Entre el valor Q_{10} y la energía de activación E_a existe una relación, como se demuestra a continuación:

$$K_{T+10} = K_0 e^{-\left[\frac{E_a}{R(T+10)}\right]}$$

$$K_T = K_0 e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)}$$

Por lo tanto:

$$Q_{10} = \frac{K_{T+10}}{K_T} = \frac{K_0 e^{-\left[\frac{E_a}{R(T+10)}\right]}}{K_0 e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)}} = e^{\left[\left(\frac{E_a}{RT}\right) - \left(\frac{E_a}{R(T+10)}\right)\right]}$$

$$\ln Q_{10} = \left(\frac{E_a}{RT}\right) - \left[\frac{E_a}{R(T+10)}\right] = \frac{E_a}{R} \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{T+10}\right]$$

$$\ln Q_{10} = \frac{E_a}{R} \left[\frac{10}{T(T+10)}\right] \dots \dots \dots (4)$$

Para una reacción de orden cero, la vida útil y la constante de velocidad de reacción son inversamente proporcionales, por lo tanto la ecuación (3) se puede escribir:

$$Q_{10} = \frac{\text{vida útil a } T_{\text{ref}}(^{\circ}\text{C})}{\text{vida útil a } T(^{\circ}\text{C})} = \frac{t_0}{t_u} \dots \dots \dots (5)$$

Cuando $T = T_{\text{ref}} + 10^{\circ}\text{C}$

Como se ha observado anteriormente:

$$t_u = t_0 e^{-a(T-T_{\text{ref}})}$$

$$\frac{t_0}{t_u} = e^{-a(T-T_{\text{ref}})} \dots \dots \dots (6)$$

Siendo $t_0 =$ vida útil a $T_{\text{ref}} (^{\circ}\text{C})$ y $t_u =$ vida útil a $T (^{\circ}\text{C})$. En este caso:
 $T - T_{\text{ref}} = 10^{\circ}\text{C}$.

Sustituyendo en (5):

$$Q_{10} = e^{10a} \quad \text{ó} \quad a = \frac{\ln Q_{10}}{10} \dots \dots \dots (7)$$

Por lo tanto, si se conoce el valor Q_{10} de la reacción que se está considerando, se podrá calcular la pendiente de la recta y así establecer cuál será la vida útil a cualquier temperatura. Este sistema es interesante cuando se emplean test de vida útil acelerada, trabajando a temperaturas altas para que los tiempos de

las experiencias sean más cortos. Una vez obtenidos los valores de vida útil a temperaturas altas, se podrá conocer la vida media a cualquier temperatura (Casp y Abril, 1999).

La vida útil se determina al someter a estrés el producto, siempre y cuando las condiciones de almacenamiento sean controladas. Se pueden realizar las predicciones de vida útil mediante utilización de modelos matemáticos (útil para evaluación de crecimiento y muerte microbiana), pruebas en tiempo real (para alimentos frescos de corta vida útil) y pruebas aceleradas (para alimentos con mucha estabilidad) en donde el deterioro es acelerado y posteriormente estos valores son utilizados para realizar predicciones bajo condiciones menos severas (Charm, 2007).

La vida útil (VU) es un período en el cual, bajo circunstancias definidas, se produce una tolerable disminución de la calidad del producto. La calidad engloba muchos aspectos del alimento, como sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y referentes a inocuidad. En el instante en que alguno de estos parámetros se considera como inaceptable el producto ha llegado al fin de su vida útil (Singh, 2000).

Este período depende de muchas variables en donde se incluyen tanto el producto como las condiciones ambientales y el empaque. Dentro de las que ejercen mayor peso se encuentran la temperatura, pH, actividad del agua, humedad relativa, radiación (luz), concentración de gases, potencial redox, presión y presencia de iones. (Brody, 2003).

2.6. Evaluación de la calidad de las pastas

Según Pietschamann (2008), los factores determinantes para los criterios de calidad de las pastas y por lo tanto de sus gustativos en el momento de consumo son:

A) Reológico

- a. Consistencia.** Sensación no desagradable en la boca al morder y comer, según el tipo y la forma.
- b. Elasticidad.** Aspecto grueso y esponjoso del producto cocido.

c. Forma. Buena conservación del aspecto original, incluso después de hincharse sin deformaciones perjudiciales.

B) Tecnológico

a. Tolerancia de cocción. No desaparecen repentinamente sus propiedades reológicas una vez rebasado el estado “al dente”, o sea, el estado de engrudamiento.

b. Contornos pronunciados. Acentuados de modo general, no hinchados, perfiles y bordes bien conservados.

C) Químico – Físico.

a. Superficie no viscosa ni untuosa o solo ligeramente.

b. Formación del engrudo, no se vuelve pegajoso, viscoso ni grumoso. (Pietschamann, 2008).

El olor y sabor del alimento neutro denominado “pasta” o “fideos”, viene dado por la materia, así como eventualmente, por el huevo que se le haya añadido. Cualquier anomalía apreciable al respecto significa que se encuentra en males condiciones, por consiguiente, podrá prescindirse de la valoración de ambos factores. (Pietschamann, 2008).

El olor de la materia prima, tiene gran importancia desde el punto de vista de la psicología de venta. Su determinación analítica se puede realizar con los métodos usuales. Se puede reforzar su intensidad de colorido y/o el efecto óptico por medio de la elección de la materia prima, los aditivos y/o ciertas operaciones de tecnología química. (Pietschamann, 2008).

Según Pietschamann (2008), las características para valorar los fideos se pueden realizar con el “Método de medición INA, para determinar la calidad de cocción de las pastas alimenticias”, las cuales se dividen en: calidad de los fideos crudos (Ópticas y Tecnológicas) y calidad de los fideos cocidos (Reológico, Tecnológicos y organolépticas), que se mencionan a continuación.

2.6.1. Calidad de los fideos crudos

A) Calidad tecnología

a. Humedad

Debe alcanzar la humedad mínima total posible (menor que 15%) antes de producirse la solidificación de la pasta.

b. Peso específico

El peso específico del fideo seco es la relación de su peso sobre su volumen en g/ml, corregidos a base seca según la humedad del fideo. Este valor es determinante para ver el comportamiento del hidratado, colorido y resistencia de la rotura. (Pietschamann, 2008).

c. Color

Las pastas no cocinadas o crudas deben presentar color amarillo translúcido y uniforme. Los pigmentos son responsables del color de las pastas. El consumidor está acostumbrado a que las pastas que consumen presenten color amarillo (el cual varía dependiendo de la zona geográfica) y asocia una tonalidad más intensa con una pasta de mejor calidad, de ahí su importancia (Kruger *et al.*, 1996. Citado por Acosta, 2007).

En la última década se ha mejorado la medida del color en la industria de la pasta. Actualmente se emplean con profusión las técnicas espectrofotométricas, que expresan el color de la sémola o de la pasta empleando los colores triestímulo L^* , a^* y b^* (o una variación de los mismos).

El valor L^* registra el brillo de la muestra, el b^* el tono amarillo y el a^* el rojo/marrón. El valor a^* se correlaciona bien con la contaminación del salvado, mientras que el L^* y el b^* reflejan lo brillante y amarilla que será la pasta tras la cocción. Un buen ejemplo de un equipo es el Hunterlab (Matissek *et al.*, 1998. Citado por Acosta, 2007).

2.6.2. Calidad de los fideos cocidos

A) Calidad reológica

a. Absorción de agua

Es la relación ponderal, Masa Seca/Agua, de los fideos cocidos. Influye de modo decisivo en la consistencia y la calidad al moldear. Los factores que determinan esta relación son:

- La densidad o dureza de la materia prima como una resistencia natural a la hidratación, caracterizándose por un elevado peso específico de la masa seca.
- La proporción de proteínas coagulables y/o humectantes que reducen la absorción de agua y por consiguiente el grado de hinchamiento del fideo.
- El contenido de lípidos, que reduce entre otras cosas la hidratación de las sustancias hidrófilas, disminuye el rozamiento en el proceso de fabricación y por consiguiente los riesgos de desperfectos, permite una mayor compresión y debido a la reducción de la superficie contrarresta la capacidad de hinchamiento del fideo.
- La lisura de la superficie, que reduce entre otras cosas la superficie de absorción de agua y por consiguiente también la hinchazón del fideo. (Pietschmann, 2008).

b. Elasticidad de cocción

La elasticidad constituye la sensación gustativa así como el aspecto y por consiguiente el valor gustativo del producto preparado. Los factores que determinan la elasticidad son:

- La forma y grosor de los fideos.
- La proporción de proteína coagulada en el producto preparado.
- El peso específico de los fideos.
- La pérdida por decocción en la preparación.

- La relación Masa Saca/agua del producto preparado.
- La tolerancia en el tiempo de cocción. (Pietschamann, 2008).

B) Calidad tecnológica

a. Pérdida por cocción y tolerancia a la cocción

El porcentaje de pérdida por cocción de la masa seca que contribuye a la resistencia, reduce las propiedades reológicas y tecnológicas de las pastas alimenticias.

Los factores que determinan esta pérdida son:

- La temperatura de cocción.
- El tiempo de cocción, se caracteriza por alcanzar el engrudamiento granular según el espesor de la forma y la resistencia a la hidratación.
- La turbulencia del agua de cocción y el lavado consiguientemente de las sustancias.
- El contenido de grasa que se opone a la hidratación de las sustancias hidrófilas de la materia prima. (Pietschamann, 2008).

C) Calidad organoléptica

La calidad organoléptica de los fideos cocidos está determinada por: Calidad superficial y coherencia del engrudo. Influye, por consiguiente, en la idoneidad para el consumo de pastas alimenticias preparadas, los factores que determinan esta pérdida son:

- Las propiedades de formación del gel y el aglutinamiento del almidón de trigo en estado de engrudo.
- El contenido de grasas de los componentes de la materia prima. (Pietschamann, 2008).

El análisis de los valores obtenidos, sirve para valorar los múltiples aspectos de las propiedades de cocción y consumo de pastas preparadas. Proporciona buenos valores

comparativos, necesarios para medir diferencias en el diagnóstico del efecto producido por diversas materias primas, aditivos y métodos de producción, para la determinación de la calidad. De este modo se obtiene la información importante para el consumo y valor gustativo de las pastas alimenticias analizadas. (Pietschamann, 2008).

2.6.3. Análisis microbiológico de las pastas

El análisis microbiológico en la industria pastelera se constituye en una herramienta básica para el control de materias primas, procesos, productos y manipuladores, ya que permite establecer el valor grado de contaminación biológica de estos, por esta razón el control microbiológico es parte fundamental en todo proceso. (Carrascal et al., 2003).

Realizar un análisis microbiológico suele ser tarea que consume gran cantidad de tiempo y trabajo, se ha presentado la necesidad de desarrollar métodos rápidos y fáciles para cuantificar y detectar microorganismos.

Los métodos rápidos ofrecen la posibilidad de evitar algunos pasos, con ahorro de tiempo y trabajo. Actualmente en el mercado se encuentran disponibles diferentes productos para la detección rápida y efectiva de microorganismos indicadores en la industria de alimentos.

2.6.3.1. Placas Petrifilm™

Método microbiológico que consiste en una familia de placas listas para usarse diseñadas para ofrecer ahorro de tiempo, incremento de productividad, fiabilidad y eficiencia. Su diseño tiene una película rehidratante cubierta con nutrientes y agentes gelificantes. Proporciona resultados en tres pasos: inoculación, incubación y recuento. Las Placas Petrifilm™ están disponibles para la mayoría de las necesidades de pruebas microbiológicas

incluyendo: recuento de aerobios, recuento de coliformes, recuento de E.coli/coliformes, recuento de enterobacterias, recuento de mohos y levaduras, recuento de staphylococcus aereus, etc.

A) Placas Petrifilm™ para el recuento de Aerobios

Son un medio de cultivo listo para ser empleado, que contiene nutrientes de Agar Standard Methods, un agente gelificante soluble en agua fría y un tinte indicador de color rojo (tetrafinil tetrasolium clorado TTC) que facilita el recuento de las colonias. Las Placas Petrifilm AC se utilizan para el recuento de la población total existente de bacterias aerobias en productos. (3M microbiología. 2006)

B) Placas Petrifilm™ para el recuento de mohos y levaduras

Las placas Petrifilm™ de recuento de mohos y levaduras es un medio de cultivo listo para usar, que contiene nutrientes enriquecidos con antibióticos, un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador para proporcionar contraste y facilitar el recuento. Un pigmento indicador colorea las colonias de levadura y mohos. Las levaduras son colonias típicamente pequeñas, con relieve, de color verde azulado y con bordes delimitados. Los mohos son, a menudo, colonias planas más grandes, de diversos colores, con bordes no definidos y focos centrales. (3M microbiología, 2005).

Estas placas determinan la población de mohos y levaduras en un periodo de 3 a 5 días y necesitan una temperatura de incubación de 27 a 37 °C. (3M microbiología, 2006)

2.7. Características reológicas de las harinas

Las propiedades reológicas de la masa de pan son importantes por dos razones: primero, porque determinan el comportamiento de la masa durante la manipulación mecánica, y segundo, porque afectan a los procesos que determinan el crecimiento de las cavidades celulares y la estabilidad de la masa durante el proceso de redacción (Stojceska et al., 2007).

Esto está determinado por la participación de almidón, proteína y agua, en la que la parte de la proteína de la harina tiene la capacidad de formar la red continua gluten viscoelástico, siempre que haya suficiente agua para la hidratación y la energía mecánica para efectuar la mezcla (Carpenter et al., 2000)

Las pruebas más utilizadas para la caracterización reológica o evaluación de la calidad tecnológica de masas, se dan a través de los siguientes equipos: farinógrafo, extensografía y amilógrafo.

2.7.1. Amilografía

El amilógrafo es un equipo que permite registrar continuamente en forma gráfica las variaciones de la viscosidad de las suspensiones de harinas en agua a medida que se aumenta uniformemente la temperatura.

El aumento de la viscosidad se debe a la gelatinización del almidón, aunque también repercuten en la viscosidad las enzimas amilásicas de la harina.

Durante muchas décadas, el amilógrafo de Brabender® ha sido y sigue siendo el instrumento estándar a nivel mundial para la medición de las propiedades de gelatinización y la actividad enzimática (α -amilasa) de la harina de trigo y de centeno.

El instrumento permite:

- Evaluación de la calidad de la harina y de su idoneidad para varias aplicaciones.
- Control de producción y control de la mezcla de harinas en el molino.

- Medición de las propiedades de horneado de la harina (contenido de α -amilasa, máximo de gelatinización, temperatura en el máximo de gelatinización).
- Evaluación de harinas especiales.
- Medir la influencia de la adición de enzimas.

El amilógrafo Brabender mide continuamente la resistencia a la agitación de una suspensión de harina en agua mientras se va elevando la temperatura a la velocidad constante de $1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$. Desde 90 a 95°C y luego se mantiene constante a 95°C registrándose mientras tanto el amilograma con el grado de gelatinización.

La amilografía es una técnica de gran utilidad, sirve para probar harinas para las distintas formas de preparación como sopas, purés, emulsiones, etc. Para cuyo destino una característica importante es la viscosidad del producto después de la gelificación y para ajustar la adición de malta a las harinas de panificación.

Del amilógrafo se obtiene la altura de la curva, la cual indica el grado de gelatinización. Una curva baja indica mala gelatinización la cual quiere decir que el almidón no se une con el agua y esto permanece libre. La corteza del pan resultaría húmeda y gomosa. Una curva elevada demuestra un alto grado de gelatinización y buena capacidad para mantener el agua, de modo que no quede libre. El resultado será pan con corteza seca al paladar. El tipo más adecuado de harina dará una curva intermedia.

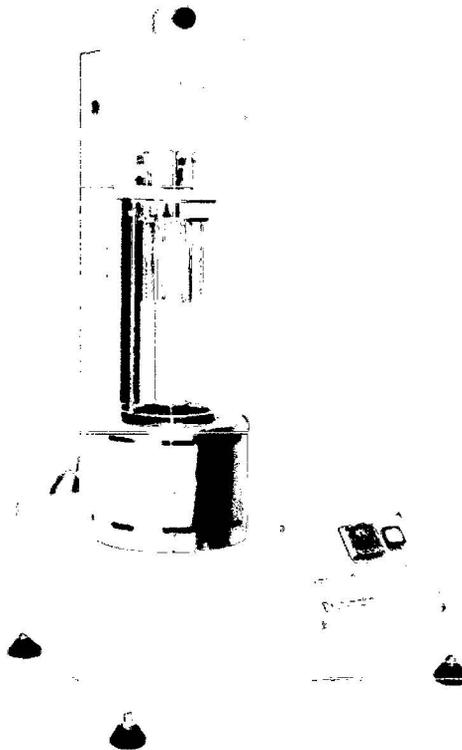


Figura 11: Amilógrafo Brabender.

2.7.2. Farinógrafo

Es el control importante en las harinas a fin de medir la plasticidad y movilidad de la masa cuando se la somete a amasado continuo a temperatura constante, es realizado con el farinógrafo Brabender.

Esquemáticamente el farinógrafo Brabender registra en forma de banda ancha la fuerza que se requiere para accionar las palas de un mezclador que gira a velocidad constante a través de una masa de consistencia inicial fija. Brabender (2011).

En el curso del ensayo dicha fuerza varía según la naturaleza de la harina, produciéndose por consiguiente bandas o gráficos de distinta forma que reciben el nombre de farinogramas. Brabender (2011).

El aparato registra los cambios que sufre la masa durante un cierto periodo de tiempo y la apreciación de las características de la masa no queda limitada a un determinado momento. En general se puede decir que cuanto más tiempo resiste una harina al proceso de amasado, tanto más fuerte es. Brabender (2011).

El farinógrafo es muy útil para registrar las características de la masa de una harina adecuada ciertos fines especiales, ya que otras harinas destinadas al mismo fin particular deben dar farinogramas similares. Brabender (2011).

El farinograma puede utilizarse para efectuar distintos ensayos, pero generalmente se emplea para obtener la curva de una suspensión harina - agua, empleándose el farinógrafo también puede obtenerse una curva de fermentación que refleja la debilitación de las masas durante este proceso. Brabender (2011).

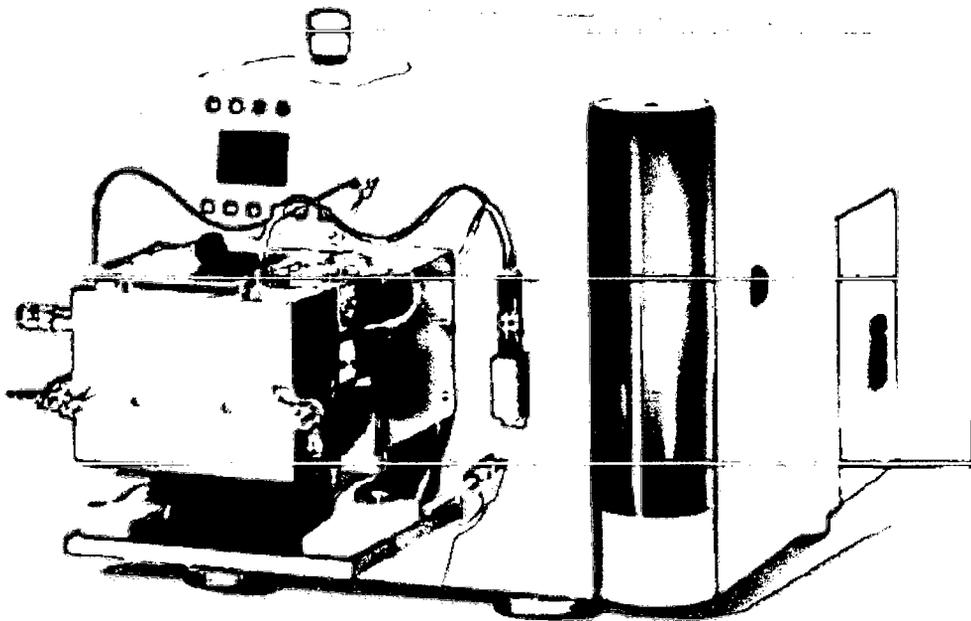


Figura 12: Farinógrafo Brabender.

En farinógrafo, la resistencia a la mezcla de la masa (harina y agua) ofrece cuchillas horizontales de mandar el equipo a un dinamómetro conectado a un sistema de palanca y la escala, interconectados a una pena que traza la curva farinográfica (Montenegro, 2008), y en un modelo de ordenador, la curva es automáticamente trazas.

Para la interpretación de la curva farinográfica tiene absorción de agua (ABS), el tiempo de llegada (CT), el tiempo de desarrollo de

masa (TD), el tiempo (FT), la estabilidad de la masa (EST), el índice de tolerancia al mezclado (ITM).

El porcentaje de absorción de agua (ABS) es la cantidad de agua necesaria para el centro de la curva farinográfica está en línea 500 Unidades farinographic (PSU). La cantidad de porcentaje de agua añadida es una función de la harina de tamaño de partícula, el contenido de gluten de almidón (intacto y dañado) y el contenido de dextrina o de celulosa (Naega, 2008). Esto refleja la gran cantidad de agua (en el sentido del ideal), necesario para el desarrollo de productos.

El tiempo de llegada (CT) es el tiempo en minutos grabadas cuando la banda llega a la parte superior de la línea de UF 500, desde el principio de la adición de agua, o la hora de llegada mide la velocidad de absorción de agua .

El tiempo de desarrollo de la masa (TD), o el tiempo de pico, en minutos, lo que indica el momento en que la masa alcance la consistencia máxima, y completamente desarrollado con la capacidad de retener el gas.

El tiempo de salida (TS), en minutos, indica el momento en que la parte superior de la banda abandona la línea de UF 500, es decir, indica el momento inicial de punto de ruptura de la masa (Naega, 2008).

El tiempo de estabilidad de la masa (EST), en minutos, es la diferencia entre la hora de llegada y las señales de salida de tiempo y el momento en que la masa mantiene la consistencia máxima, indicando así la fuerza de la masa (Naega, 2008).

El índice de tolerancia de mezcla (ITM) es la diferencia de consistencia de la masa (UF) entre la parte superior de la banda en el pico y la parte superior de la banda de 5 minutos después de un pico ha sido alcanzado (Montenegro,2008).

2.7.3. Extensografía

Mide la extensibilidad de una masa y la resistencia que la misma opone durante el periodo del reposo, se utiliza exclusivamente para el trigo blando, se necesita de un análisis farinográficos previo a una temperatura de 30°C. Elongación de la masa después de 45 minutos de reposo, la prueba se repite para 90 y 135 minutos de reposo de fermentación. Brabender, (2011).

El extensograma se ha demostrado útil para estimar la calidad de la harina, revelada de modo especial por las características físicas de la masa fermentada. Otra de las ventajas de este aparato es su eficacia para poner de manifiesto el efecto de los mejorantes químicos finalidad que no está también lograda en otros aparatos. Brabender, (2011).

También revela la forma en que se afectan las características de la masa durante las distintas fases de maduración. La determinación se realiza en el extensógrafo Brabender. La medida de la extensibilidad de una masa es tan importante como la medida de su fuerza. En la amasadora del Farinógrafo se hace una masa de consistencia estándar con harina, sal y agua según la absorción. Brabender, (2011)

La masa obtenida es la que se somete a tres periodos de reposo con sus respectivos Estiramientos, lo cual nos da tres extensografos de 30 - 60 y 90 minutos, siendo el último usado para la evaluación. Brabender, (2011)

Para la interpretación de la letra extensográfica se analizan los siguientes parámetros: energía (A), resistencia a la extensión ©, la resistencia máxima (Rm), extensibilidad ©, el número proporcional (D) (Montenegro, 2008).

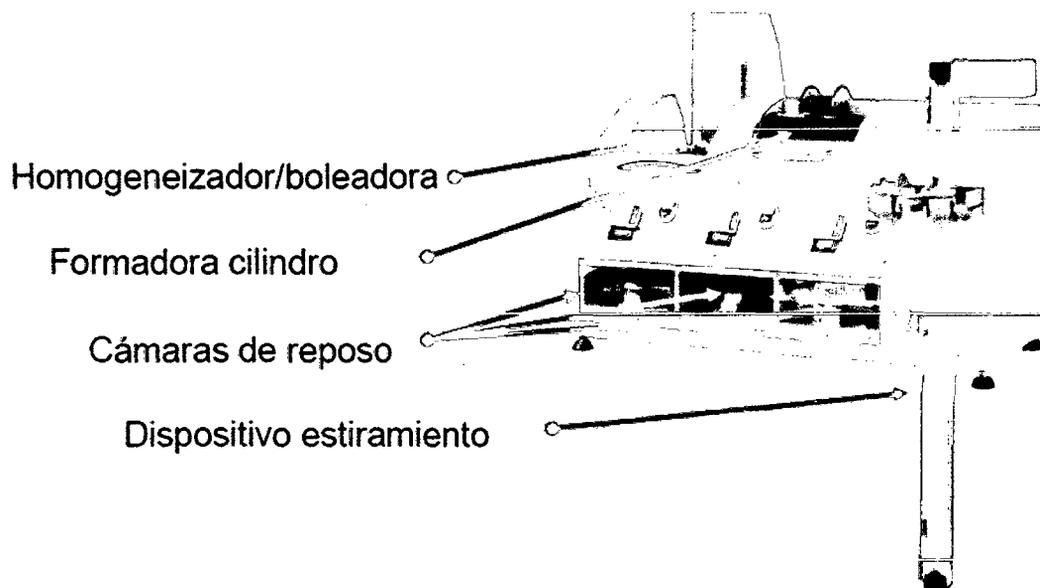


Figura 13: Extensografo Brabender.

La energía es el área (A) encerrada por la curva de medición con extensografía planímetro y expresada en cm^2 . Cuanto mayor sea el área, mayor es la energía necesaria para estirar la masa, y por lo tanto más fuerte es la harina (Montenegro, 2008).

La resistencia a la curva de extensión es la altura de 5 cm de la fuente, designada como R y se expresó en UE. La resistencia máxima corresponde a la altura máxima de la curva, designado por R_m y se expresó en UE (Montenegro, 2008).

La extensibilidad ©, cm designados, indica la longitud de extensograma. Se refiere al número de veces que la masa se ha ampliado en relación a su longitud original hasta la rotura (Montenegro, 2008).

El número proporcional (D), o la relación entre la resistencia a la extensión y la extensibilidad, define la relación entre éstos, es decir, indica el equilibrio entre la fuerza del peso (resistencia a la extensión) y su extensibilidad antes de romper (Naega, 2008).

2.8. Computo químico

La calidad proteínica de un alimento puede ser estimado mediante su computo químico. Computo químico es la relación del aminoácido que se encuentra en menor proporción con respecto al mismo aminoácido en la proteína de referencia, según la edad de la población de interés. Este aminoácido es también el aminoácido limitante del alimento. El cómputo químico se estima en términos porcentuales o como fracción, de la siguiente manera:

$$CQ = \frac{\text{mg de a. a. en 1g de N de la proteína del alimento}}{\text{mg de a. a. en 1g de N de la proteína de referencia}}$$

CQ : Computo químico
a.a : Aminoácidos
N : Proteína de referencia

Proteína de referencia: establecida por FAO/OMS, 1985.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en los siguientes ambientes:

- Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial-Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Investigación y desarrollo de productos agroindustriales de la Escuela de Agroindustria – Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustria-Universidad Nacional del Santa.
- Instalaciones del Área de panificación de la Planta Piloto Agroindustrial-Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio CERTIPEZ E.I.R.L. – Nuevo Chimbote.

3.2. Materia Prima e insumos

3.2.1. Harina de trigo

Se ha utilizado Harina de trigo Duro (*triticum durum*), proporcionada por la empresa CIA. MOLINERA DEL CENTRO S.A., ubicado en Av. Nicolas Ayllón 11840-Ate vitarte-Lima-Perú.

3.2.2. Quinoa en grano y harina

- La quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) en grano de la variedad Blanca de Juli, se adquirió del fundo de la familia Pantoja, localizada en la provincia de Yungay, zona central del Callejón de Huaylas en el departamento de Áncash-Perú.
- La harina de quinoa fue obtenida en forma experimental, siguiendo la metodología de Calla & Cortez (2011).

3.2.3. Tarwi en grano y harina

- El tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) en grano de la variedad Puno, se adquirió del fundo de la familia Pantoja, localizada en

la provincia de Yungay, zona central del Callejón de Huaylas en el departamento de Áncash-Perú.

- La harina de tarwi fue obtenida en forma experimental, siguiendo la metodología de Salcedo (2009).

3.2.4. Agua

Agua potable de mediana dureza, entre 50-100 ppm neutro, procedente de la red de agua potable del Distrito de nuevo Chimbote.

3.2.5. Huevos

Los huevos fueron obtenidos del súper mercado Plaza Vea Chimbote, ubicado en Esq. Enrique Meiggs con Jr. Tumbes.

3.2.6. Sal

La sal fue obtenida del súper mercado Plaza Vea Chimbote, ubicado en Esq. Enrique Meiggs con Jr. Tumbes.

3.3. Equipos, materiales y reactivos

3.3.1. Equipos

- Amylograph-E, BRABENDER, modelo: 800250.
- Farinograph = AT, BRABENDER, modelo: 810161.001.
- Extensograph – E, BRABENDER, modelo: 860723.
- Mufia, THERMOLYNE.
- pH metro digital, HACH.
- Cámara de bioseguridad, BIOHAZARD SAFETY CABINET.
- Balanza Analítica, PRECISA GRAVIMETRICS A G.
- Incubadora, POL-EKO APARATURA.
- Estufa, POL-EKO APARATURA.
- Máquina de hacer fideos, HOWARD.
- Texturometro, BROOKFIELD.
- Equipo de Actividad de Agua, ROTRONIC.
- Colorímetro, KONIKA MINOLTA.

- Soxhlet, FOSS.
- Secadora de Bandejas, JARCON DEL PERÚ.
- LabQuest vernier.
- Sensor de Humedad Relativa (código RH-BTA).
- Módulo de Molienda y Tamizado, JARCON DEL PERÚ.
- Cocina a gas, FADIC.
- Autoclave, SELECTA
- Refrigeradora, BOSCH.

3.3.2. Materiales de Vidrio:

- Probetas (50, 100 y 500ml).
- Varilla de vidrio.
- Vasos precipitados (500 y 1000ml).
- Matraces Erlenmeyer (250 y 500 ml).
- Pipetas (1, 5 y 10 ml).
- Placas Petri.

3.3.3. Otros Materiales:

- Desecador.
- Cuchillos.
- Mesa de acero inoxidable.
- Bolsas de polipropileno de alta densidad.
- Crisoles de porcelana.
- Pinzas de metal.
- Jarras plásticas.
- Termómetro.
- Ollas.
- Material para prueba sensorial: cabinas de degustación, formatos, lapicero, platos descartables, etc.
- Material para pruebas microbiológicas: placas petrifilm 3M, mechero, algodón, alcohol, fosforo, etc.

3.3.4. Reactivos

- Fenolftaleína.
- Agua destilada.
- Solución de hidróxido de sodio (0.1N y 0.255N).
- Ácido sulfúrico a 0.255N.
- Hexano a 98%.
- Cloroformo.
- Ácido acético glacial.
- Solución saturada de ioduro de potasio.
- Solución 0.1N de tiosulfato de sodio.
- Almidón al 1%.

3.4. Procedimiento experimental de la investigación

En la figura 14 se muestra el esquema experimental que se siguió en el trabajo de investigación. Se realizó la caracterización físico-química del grano de tarwi y quinua; así como de la harina de trigo, harina de tarwi y harina de quinua. La harina trigo, harina de tarwi y harina de quinua, se pesaron y mezclaron en diferentes proporciones de la siguiente manera: 100:00:00, 80:05:15, 80:10:10 y 80:15:05. Esta etapa se realizó a temperatura ambiente.

Se realizaron los análisis reológicas de las formulaciones, para determinar las propiedades reológicas de las masas, es decir, su capacidad de tolerar el estiramiento durante el proceso de amasado para la elaboración de pastas alimenticias.

Para el secado de las pastas alimenticias se trabajó con temperaturas cercanas de 60°C y con una humedad y temperatura constante. A estas pastas obtenidas se hicieron los siguientes análisis: físico-químico, sensorial y microbiológico; y los valores obtenidos son las variables respuesta para el diseño estadístico.

Se almacenó en condiciones extremas durante un mes, a las pastas, usando el método de pruebas aceleradas. La temperatura extrema de almacenamiento fue de 45°C, 65% H.R., y los análisis se realizaron a los días 0, 10, 20 y 30.

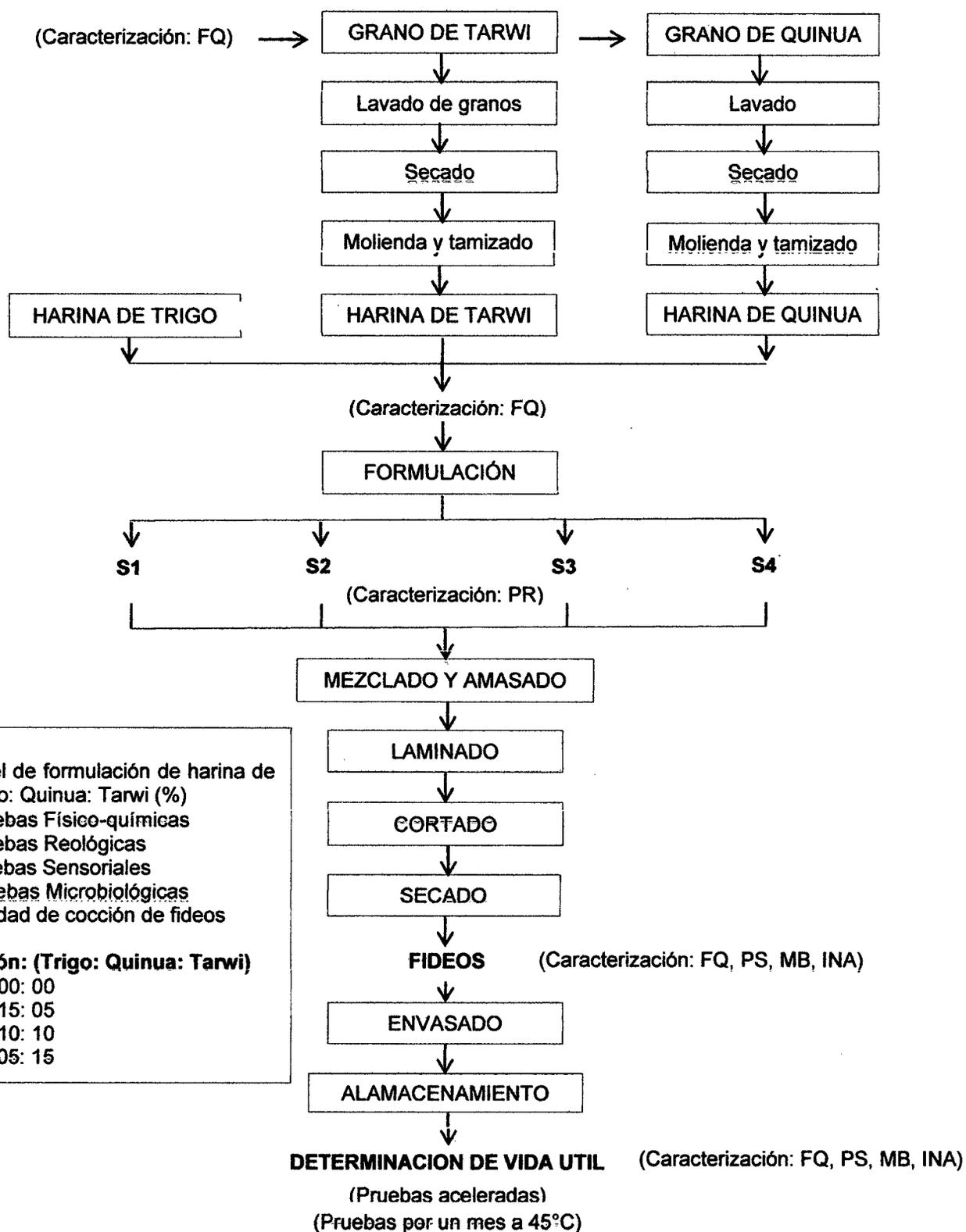


Figura 14: Esquema experimental para la elaboración de pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi.

3.4.1. Caracterización de la quinua y tarwi en grano

La caracterización del grano de quinua y tarwi fue realizada en el Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa. Se examinó las muestras de *Chenopodium quinoa wild* y *Lupinus mutabilis sweet*, recolectadas en la de provincia de Yungay. Los análisis que se realizaron fueron los siguientes:

- 3.4.1.1. Humedad:** se empleó una estufa para determinar este análisis según la N.T.P. 205.002:1979 (Revisada el 2011): cereales y menestras. Determinación del contenido de humedad.
- 3.4.1.2. Proteína:** la determinación de la proteína total se realizó según el método por la N.T.P. 205.005:1979 (Revisada el 2011): cereales y menestras. Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl), utilizando 6.25 como factor.
- 3.4.1.3. Grasa:** se utilizó el equipo Soxhlet, usando hexano como solvente. Metodología de la Asociación Oficial de Químicos Analistas (AOAC) 963.15 2005, método Soxhlet.
- 3.4.1.4. Ceniza:** se realizó por la incineración de la materia orgánica en una mufla siguiendo la metodología de la N.T.P. 205.004:1979 (Revisada el 2011): cereales y menestras. Determinación de cenizas.
- 3.4.1.5. Fibra:** se determinó después de una hidrólisis ácida y luego hidrólisis alcalina; siguiendo la metodología por la N.T.P. 205.003:1980 (Revisada el 2011): cereales y menestras. Determinación de la fibra cruda.
- 3.4.1.6. Carbohidratos:** se obtuvo por diferencia, restando del 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G), proteínas (P), y fibra (F). Siguiendo la metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INN) señalada por Collazos et al (1993).
Usando la fórmula: $\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (H+C+G+P+F)$.

3.4.2. Obtención de las harinas de quinua y tarwi

3.4.2.1. Obtención de la harina de quinua

La obtención de la harina de quinua se basó en la metodología de Calla & Cortez (2011). El flujo para la elaboración de la harina de quinua se presenta en la figura 15, cuya descripción se presenta a continuación:

- A) Eliminación de impurezas:** los granos de quinua fueron seleccionados de manualmente, con el objetivo de separar los granos dañados o contaminados, piedras, trozos de metales, etc.
- B) Lavado del grano:** el grano se lavó con agua a temperatura ambiente aproximadamente unos 40 minutos. Se lavó sucesivas veces una cierta cantidad de granos (aprox. ½ kg) con agua, en la proporción Quinua:Agua/1:2; hasta que no produzca espuma. Se desinfecto el grano con hipoclorito de sodio a una concentración de 10 ppm durante 5 minutos.
- C) Secado:** el secado se realizó aproximadamente por 4.5 horas a una temperatura de 60°C hasta alcanzar una humedad del 12%; en un secador de bandejas de marca JARCON.
- D) Molienda y tamizado:** con esta operación se uniformiza las partículas de quinua, obteniéndose harina de quinua. Se realizó en el módulo de molienda y tamizado de marca JARCON; para el tamizado se utilizó el tamiz de número 120.

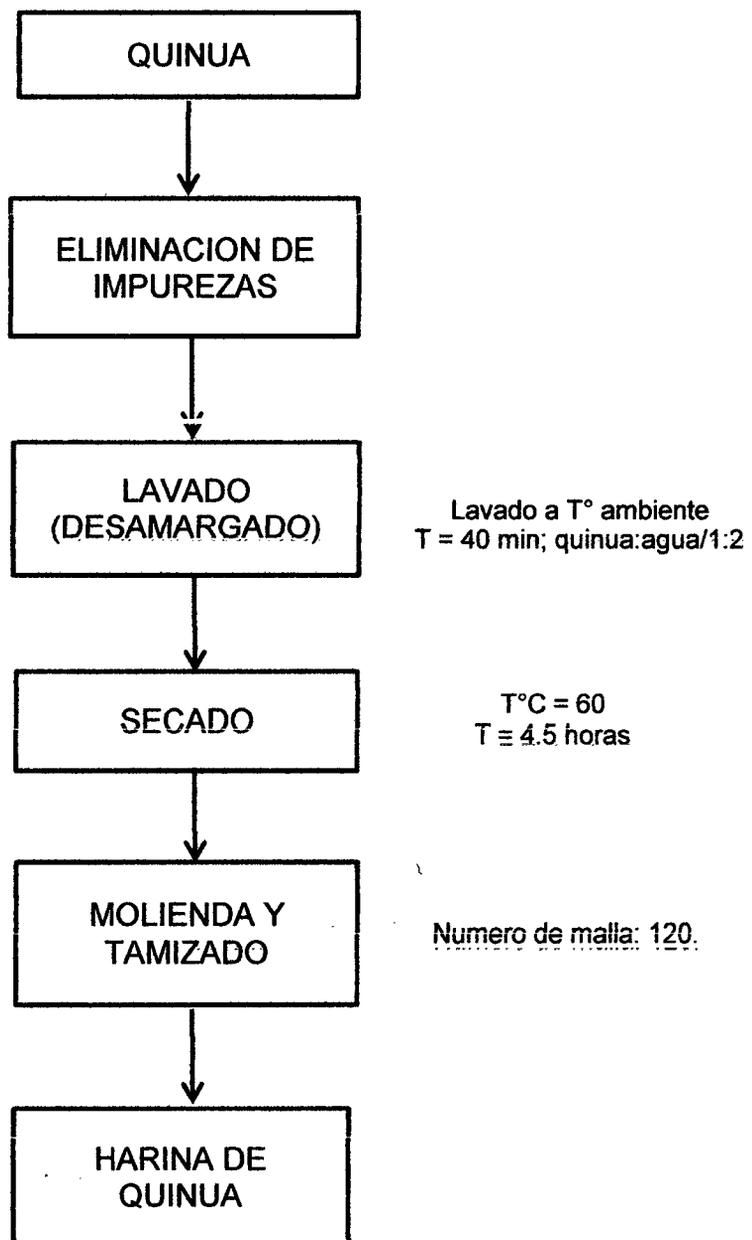


Figura 15: Flujo de operaciones para la obtención de harina de quinua.

3.4.2.2. Obtención de la harina de tarwi

La obtención de la harina de tarwi se basó en la metodología de Salcedo (2009). El flujo para la elaboración de la harina de tarwi se presenta en la figura 16, cuya descripción se presenta a continuación:

- A) **Limpieza y selección:** los granos de tarwi fueron seleccionados de manualmente, con el objetivo de separar los granos dañados o contaminados, basura, piedras, metales, etc.
- B) **Hidratación:** se hidrato los granos de tarwi seleccionados, remojándolos en agua, en la proporción Tarwi:Agua / 1:4, durante 12 horas (según el método recomendado por Salcedo, 2009), para ablandar los granos y hacer menos drástica la cocción.
- C) **Pre-Cocción:** se hirvió el tarwi remojado por un tiempo de 5 minutos, luego, se dejó reposar durante 30 minutos en la misma agua caliente. Esto se realiza para ablandar la cascara del grano y facilitar el pelado.
- D) **Pelado:** luego se enfrió el tarwi cocinado, agregándole agua fría hasta llegar a 35-40°C. Se eliminó la cascara manualmente, para facilitar las etapas de cocción, secado del grano y a molienda. La cascara se elimina friccioneando el grano cocido.
- E) **Cocción:** se realizó por un tiempo de 40 minutos, con dos cambios de agua cada 20 minutos, contados desde el momento que inicia a hervir, a la temperatura de 96-98°C, para eliminar gran parte de los alcaloides en el agua.
- F) **Lavado con agua:** sirve para eliminar los alcaloides que contiene el grano de tarwi, reduciéndole hasta un máximo de 0.02%. En esta etapa se realizó varios cambios sucesivos de agua cada 8 horas por espacio

de 3.5 días, hasta que el agua resulte cristalina y sin sabor amargo. Se desinfectó el grano con hipoclorito de sodio a una concentración de 10 ppm durante 5 minutos.

- G) Secado:** con el secado se redujo la disponibilidad de agua en el grano. Se realizó en el secador de bandejas de marca JARCON. El secado duro en promedio 5.5 horas y la temperatura promedio de secado fue de 60°C.
- H) Molienda y tamizado:** en esta etapa el grano seco se reduce hasta partículas de 0.1 mm de diámetro. Se realizó en el Módulo de Molienda y Tamizado de marca JARCON, y en el tamizado se utilizó el tamiz de número 120; esto facilita el posterior amasado y mezclado para obtener fideos.

3.4.2.3. Cálculo del rendimiento harinero: después de la molienda del grano de tarwi desamargado, seco y sin cáscara, se calcula el rendimiento harinero (Rh), en base seca mediante la siguiente fórmula. (Jacobsen et al. 2006).

$$Rh = \frac{\text{Peso de harina}}{\text{Peso de granos}} \times \frac{(100 - \%Hh)}{(100 - \%Hg)} \times 100$$

Dónde:

Rh = Rendimiento harinero

%Hh= Humedad de la harina de tarwi

%Hg= Humedad del grano de tarwi

3.4.3. Caracterización de las harinas de trigo, quinua y tarwi

La caracterización se realizó individualmente a la harina de trigo, harina de quinua, harina de tarwi y a las formulaciones de las pastas alimenticias. Los análisis se realizaron en el Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa. Los análisis que se realizaron fueron los siguientes:

3.4.3.1. Humedad: se determinó según la N.T.P. 205.037:1975 (Revisada el 2011): harinas. Determinación del contenido de humedad.

3.4.3.2. Proteína: la determinación de la proteína total se realizó según el método por la N.T.P. 205.005:1979 (Revisada el 2011): cereales y menestras. Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl), utilizando 6.25 como factor para la mayoría de los cereales y 5.70 como factor para el trigo.

3.4.3.3. Grasa: se utilizó el equipo Soxhlet, usando hexano como solvente. Metodología de la Asociación Oficial de Químicos Analistas (AOAC) 963.15 2005, método Soxhlet.

3.4.3.4. Ceniza: se realizó por la incineración de la materia orgánica en una mufla; siguiendo la metodología por la

NTP 205.038:1975 (Revisada el 2011): harinas.
Determinación de cenizas.

3.4.3.5. Fibra: se determinó después de una hidrólisis acida y luego hidrólisis alcalina; siguiendo la metodología por la AOAC (930 -10).

3.4.3.6. Carbohidratos: se obtuvo por diferencia, restando del 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G), proteínas (P), y fibra (F). Metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INN) señalada por Collazos et al (1993).

Usando la fórmula: $\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (H+C+G+P+F)$.

3.4.4. Análisis reológico de las formulaciones

3.4.4.1. Análisis amilografico

Los métodos estándares para los test con el Amylograph están basados en una muestra con el 14% de Humedad. No obstante como la humedad de la muestra real puede apartarse ligeramente de este valor, es necesario medir el contenido de humedad de la muestra real para determinar el peso correcto de la muestra y la cantidad de agua para el test. Los parámetros a evaluar fueron: tiempo de gelatinización y máximo gelatinización. (Anexo 03).

3.4.4.2. Análisis Farinográfico

La capacidad de absorción de agua y las propiedades de la mezcla a base de harina de trigo se determinara por Brabender farinógrafo, el segundo método en la AACC 54-21 (1995). Los parámetros a evaluar a partir de farinograma: son absorción de agua, tiempo de ruptura y consistencia. (Anexo 03).

3.4.4.3. Análisis extensográfico

Las propiedades de las mezclas a base de harina de trigo se determinaron de acuerdo con el método de la AACC 54-10 (1995), utilizando el extensografo Brabender. Los parámetros a evaluar fueron: resistencia de la extensión y extensibilidad. (Anexo 03).

3.4.5. Calculo del cómputo químico de las formulaciones

Se realizó en base a las cantidades en gramos, de las proteínas en las formulaciones de 100:0:0, 80:15:5, 80:10:10, 80:5:15; de la harina de trigo con la harina de quinua y harina de tarwi.

El patrón que se utilizó para el cómputo químico de aminoácidos fue el grupo de adultos (mayores de 18 años), según FAO 2007.

$$CQ = \frac{\text{mg de a. a. en 1g de N de la proteína del alimento}}{\text{mg de a. a. en 1g de N de la proteína de referencia}}$$

El score químico o cómputo químico se expresó como la cantidad (mg) de aminoácido esencial por gramo de la proteína en estudio, en relación con la cantidad del mismo compuesto en la proteína de referencia (g), es decir, el patrón aminoacídico establecido para el adulto. El resultado se expresó de manera porcentual. El valor más bajo es el que corresponde al score y el aminoácido que lo produce se denomina "primer limitante". El valor obtenido para cada aminoácido mayor a 100%, expresa una proteína completa.

3.4.6. Elaboración de pastas

Para la elaboración de estas pastas se siguió la metodología de Sánchez (2003). En la figura 17 se muestra el flujo de operaciones para la elaboración de los fideos. En la tabla 29 se muestra las formulaciones para la elaboración de las pastas.

Tabla 29: Fórmula utilizada en la elaboración de pastas.

Ingredientes	Formulaciones			
	S1	S2	S3	S4
Harina de Trigo	100%	80%	80%	80%
Harina de Quinua	0%	15%	10%	5%
Harina de Tarwi	0%	5%	10%	15%
Agua	>31%	>31%	>31%	>31%
Huevo	15%	15%	15%	15%
Sal	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%

3.4.6.1. Recepción

- **Harina de trigo:**

Se empleó Harina de trigo Duro, la cual es expendida en sacos de 50 Kg; es ideal para la producción de todo tipo de pastas. Esta harina cumple con los requisitos y condiciones para consumo doméstico y uso industrial según la Norma Técnica Peruana 205.027:1986. El porcentaje utilizado, según formulación de la tabla 29.

- **Harina de Quinua:**

Nuestra harina de quinua obtenida cumple con los requisitos establecidos por la Norma Técnica Peruana NTP 011.451:2013 destinada al consumo humano, lista para la venta y/o para su procesamiento posterior. El porcentaje utilizado, según formulación de la tabla 29.

- **Harina de Tarwi:**

Los granos de tarwi para la obtención de la harina, cumplió con los requisitos para su comercialización como grano seco natural según la Norma Técnica Peruana 205.056:1989 (Revisada el 2011): cereales y menestras. Tarwi. El porcentaje utilizado, según formulación de la tabla 29.

- **Sal:**

La sal cumplió con los requisitos de la Norma Técnica Peruana 209.015 2006: Sal para consumo humano. La

sal actuó principalmente sobre la formación de gluten y para la obtención de una masa más compacta. La sal usada fue yodada de cocina, comercializada en bolsas de 1 Kg. El porcentaje utilizado fue del 0.5 %.

- **Agua:**

El agua que se utilizó fue según la Norma Técnica Peruana ISO 24512:2011: actividades relacionadas con los servicios de agua para consumo humano y agua residual. El agua es uno de los ingredientes fundamentales en la elaboración de las pastas, su calidad tiene influencia notable en la tecnología de la panificación y en los productos derivados de ella. El porcentaje de agua empleado es del 30 %.

- **Huevo:**

Los requerimientos de calidad para el huevo se encuentran establecidos en la Norma Técnica Peruana 011.220:1983. Adecuación: higienización (inmersión en agua potable) y desinfección (hipoclorito de sodio a una concentración de 30 ppm), eliminación de cascara, homogenización (clara y huevo).

3.4.6.2. Pesado

En esta etapa se pesan las materias primas e insumos según las formulaciones de cada ensayo. Operación que se realizó en una balanza de marca PRECISA. Esta operación permitió determinar la cantidad de materia prima que ingresa; además podemos determinar el rendimiento final y cuanto se va perdiendo en cada proceso.

3.4.6.3. Mezclado y amasado

Para cada formulación los ingredientes fueron mezclados en la máquina de hacer fideos de marca HOWARD; se procedió a mezclar las harinas de acuerdo a la tabla 29, luego se agregó el huevo, sal y por último se agregó agua a la mezcla, a temperatura ambiente, para conseguir un mínimo de 31% de humedad; el tiempo de mezclado y amasado fue de 20 minutos aproximadamente.

3.4.6.4. Laminado

Esta etapa se realizó con la misma máquina de hacer fideos de la marca HOWARD. Se coloca un molde específico de la forma deseada que se quiere obtener las pastas alimenticias. Callejo (2002).

3.4.6.5. Cortado

El cortado se realizó de forma manual ya que la máquina de hacer fideos no cuenta con esta etapa. Se cortó a la medida deseada de la pasta alimenticia que se desea obtener.

3.4.6.6. Secado

El secado se llevó a cabo en el secador de bandejas del IITA. La temperatura de secado fue de 60°C por 5 horas, para cada sustitución, luego del secado el producto se enfrió a temperatura ambiente.

3.4.6.7. Envasado

Las pastas alimenticias fueron empacadas en bolsas de polipropileno de alta densidad, luego las bolsas fueron selladas herméticamente.

3.4.6.8. Almacenamiento

Luego las pastas alimenticias de las cuatro formulaciones realizadas fueron almacenadas en condiciones extremas durante un mes. La temperatura extrema fue de 45°C y de humedad relativa de 65%.

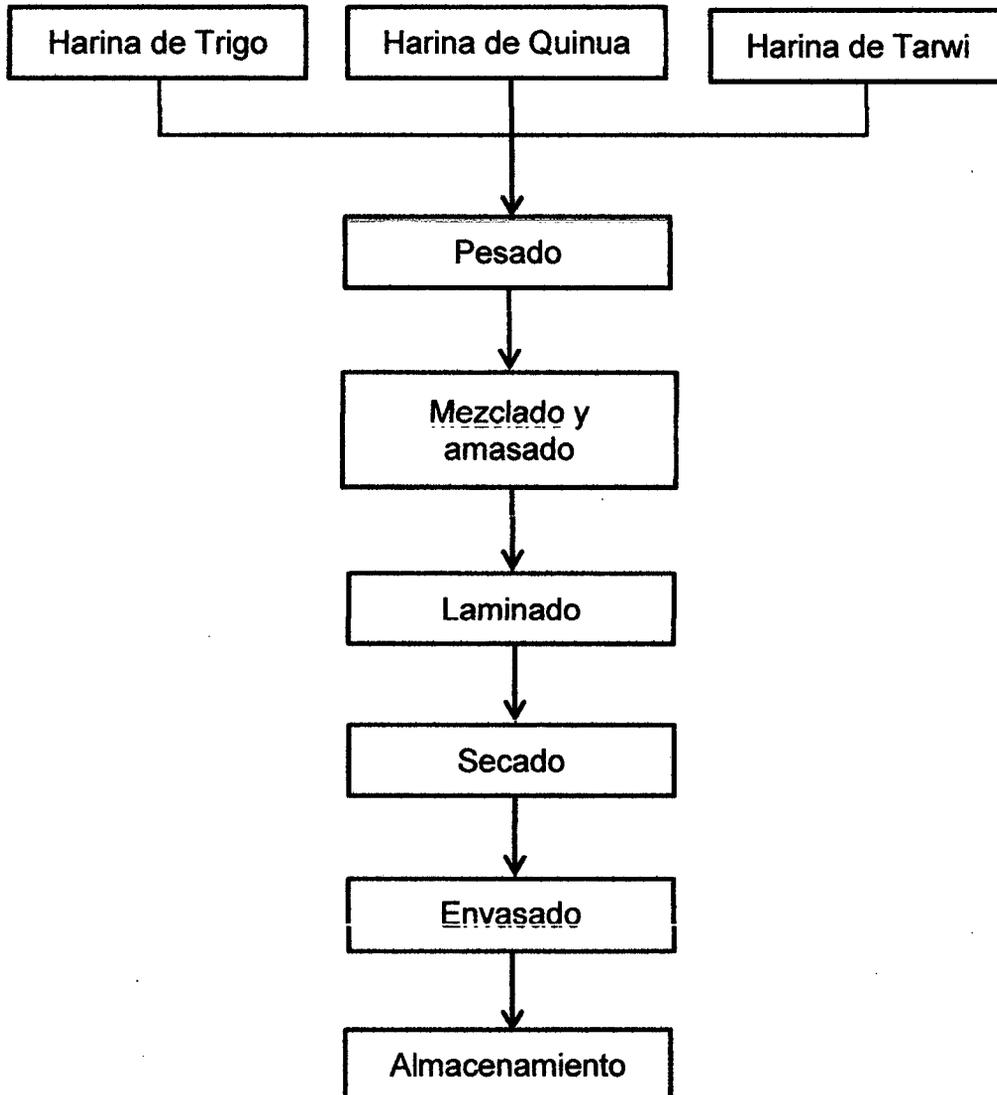


Figura 17: Flujo de operaciones para la elaboración de pastas alimenticias con harina de quinua y harina de tarwi.

3.4.7. Evaluación de los fideos

3.4.7.1. Análisis físico-químico

La caracterización se realizó individualmente a la harina de trigo, harina de quinua, harina de tarwi y a las formulaciones de las pastas alimenticias. Los análisis se realizaron en el Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa. Los análisis que se realizaron fueron los siguientes:

- A) Humedad:** se empleó una estufa a la temperatura ($105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) por dos horas, para este análisis se siguió el método sugerido por la N.T.P. 206.011:1981 (Revisada el 2011): bizcochos, galletas, pastas y fideos; determinación de humedad.
- B) Proteína:** la determinación de la proteína total se realizó según el método por la N.T.P. 205.005:1979 (Revisada el 2011): cereales y menestras. Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl), utilizando 6.25 como factor para la mayoría de cereales y 5.70 como factor para el trigo.
- C) Grasa:** se empleó el aparato Soxhlet, usando hexano como solvente. Metodología de la Asociación Oficial de Químicos Analistas (AOAC) 963.15 2005, método Soxhlet.
- D) Ceniza:** se realizó siguiendo la metodología por la N.T.P. 206.012:1981 (Revisada el 2011): bizcochos, pastas y fideos; determinación del contenido de cenizas; en la cual se trata de la incineración de la materia orgánica en una mufla.
- E) Fibra:** se determinó después de una hidrólisis ácida y luego hidrólisis alcalina; siguiendo la metodología por la AOAC (930 -10).
- F) Carbohidratos:** se obtuvo por diferencia, restando del 100% la suma de los porcentajes de humedad (H),

ceniza (C), grasa (G), proteínas (P), y fibra (F). Siguiendo la metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INN) señalada por Collazos et al (1993).

Usando la fórmula: $\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (H+C+G+P+F)$.

- G) Color:** Para la determinación del color de la harina de trigo fue utilizado el colorímetro (Marca. KONICA MINOLTA) siguiendo el sistema CIE-lab, determinándose los valores de L* luminosidad (Negro 0/Blanco 100), a* (verde-/rojo+) y b* (azul-/amarillo+). La cromacidad (C*) y el ángulo de tonalidad (h*), fue calculado según Minolta (1993).
- H) Índice de peróxidos:** según el método descrito en la N.T.P. 206.016:1981 (Revisada el 2011); que consiste en disolver la muestra con una mezcla de cloroformo y ácido acético, agregar ioduro de potasio y titular el iodo liberado con tiosulfato, usando almidón como indicador.
- I) Acidez:** se determinó según el método indicado por la N.T.P. 206.013:1981 (Revisada el 2011); bizcochos, galletas, pastas y fideos. Determinación de la acidez; basada en la neutralización de la acidez de la muestra, mediante titulación con una solución de hidróxido de sodio (NaOH 0.1 N), en presencia de fenolftaleína como indicador. El resultado se expresó en % de ácido láctico.
- J) Textura:** para este análisis se utilizó el Texturometro de marca BROOKFIELD.
- K) Actividad de agua:** se utilizó el equipo de Actividad de Agua, ROTRONIC.
- L) pH:** se determinó por el método de la Norma Técnica Peruana 209.059 (1974). Determinación del pH (Método potenciométrico).

3.4.7.2. Análisis microbiológico

A) Determinación de mohos y levaduras:

Se realizó en el Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial de la UNS. Para este análisis se utilizó las placas Petrifilm 3M para recuento de mohos y levaduras (2008), se siguió la metodología de la guía de interpretación 3M Petrifilm Placas para recuento de mohos y levaduras (2008).

B) Recuento total de bacterias aerobios mesófilos:

Se realizó en el Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial de la UNS. Para este análisis se utilizó las placas Petrifilm 3M para recuento de aerobios mesófilos (2008), se siguió la metodología de la guía de interpretación 3M Petrifilm Placas para recuento de aerobios mesófilos (2008).

3.4.7.3. Análisis sensorial

Fue realizado el análisis sensorial de todas formulaciones de las pastas en estudio, almacenado en condiciones aceleradas, de acuerdo al método de la Escala Hedónica. Las pastas fueron evaluados por 20 panelistas semi entrenados de ambos sexos y diferentes grupos de edad, a los 0 días y 30 días de almacenamiento, a fin de conocer el grado de aceptación de los "fideos en agua y sal" y de los "fideos en sopa". Las características evaluadas fueron: color, olor, sabor y textura.

Las muestras estuvieron codificadas con números de cuatro cifras. Por otro lado las fichas de evaluación sensorial fueron realizadas teniendo en cuenta una escala hedónica de 5 puntos (1=muy desagradable a 5=muy agradable). La ficha utilizada para la evaluación se encuentra en la anexo 07.

3.4.8. Tiempo de vida útil de los fideos

Se realizó simulando una condición acelerada de su almacenamiento para evaluar la durabilidad del producto terminado, por lo que las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y harina de tarwi, fueron empacados en bolsas de polipropileno de alta densidad y almacenados en estufas a 45°C y 65% H.R. fueron evaluados cada 10 días por un tiempo de 30 días.

3.4.9. Tiempo de cocción de los fideos

Se evaluó el tiempo de cocción, según la metodología descrita por Armendáriz (2006), y algunas modificaciones propias. Se pesó 30 g. de fideos, para cada sustitución parcial. Se hirvió en un vaso de 400 ml. agua, luego se agregó la muestra pesada en el agua hirviendo y se apuntó el tiempo de cocción. El tiempo de cocción se determinó por la desaparición del punto blanquecino del centro del fideo que es la parte que no se engrudo.

3.5. Diseño estadístico

Se utilizó el programa IBM SPSS Statistics 19, para analizar los resultados de la parte experimental realizada.

Estos resultados se analizaron utilizando el diseño completamente al azar (DCA), considerando las formulaciones (S1 a S4) con tres repeticiones, haciendo un total de $4 \times 3 = 12$ experimentos. Los resultados fueron evaluados estadísticamente mediante el análisis de varianza (AMVA) con un valor de significancia de $\alpha = 5 \%$, a fin de determinar la influencia de los factores en el nivel de diferenciación. Con la finalidad de realizar una evaluación estadística y encontrar el grado de diferenciación entre tratamientos, los resultados obtenidos fueron procesados, y se aplicaron la prueba de significación de TUKEY.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de la materia prima

4.1.1. Caracterización de la quinua en grano

En la tabla 30, se muestran los resultados del análisis de la composición porcentual de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), recolectadas de la provincia de Yungay.

Tabla 30: Composición porcentual (%) de la Quinua.

Componentes (%)	Quinua
Humedad	7.21±0.12
Proteína	12.05
Cenizas	2.53±0.09
Grasa	5.63±0.15
Carbohidratos	69.15
Fibra	3.43±0.05

El contenido de humedad en los granos de la variedad estudiada, se encontró en valores aceptables con respecto a los valores reportados por Collazos et al., (1996).

La composición de macronutrientes determinados en los granos de quinua de la variedad estudiada fueron similares a valores establecidos por EE.Illpa-INIA (2004); la Norma Técnica Peruana 205.062:2009, también corroboran nuestros datos obtenidos ya que estos valores se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.

En cuanto al contenido de saponinas presentes en el grano, este presenta ausencia luego de haber pasado por la etapa del lavado para la obtención de la harina; el método de ensayo que se usó fue el método de la espuma, este método fue estudiado por Bálamo (2002).

4.1.2. Caracterización del tarwi en grano

En la tabla 31, se muestran los resultados del análisis de la composición porcentual del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*), recolectadas de la provincia de Yungay.

Tabla 31: Composición porcentual (%) del Tarwi.

Componentes (%)	Tarwi
Humedad	7.41±0.15
Proteína	44.25
Cenizas	3.13±0.09
Grasa	16.23±0.15
Carbohidratos	22.05
Fibra	6.93±0.09

El grano de tarwi es rico en proteínas y grasas, razón por la cual debería ser más utilizado en la alimentación humana. Su contenido proteico es incluso superior al de la soya y su contenido en grasas es similar como lo muestra en la tabla 31.

Los resultados mostrados en la tabla 31, nos indican que el grano de tarwi tiene un contenido de humedad, proteína, ceniza, grasa, carbohidratos y fibra; cercanos a los que se encuentran entre los parámetros reportados por la bibliografía de las tablas peruanas de composición de alimentos-MINSA (2009). y por la N.T.P. 205.056:1989 (Revisada el 2011).

En cuanto al contenido de alcaloides presentes en el grano, este presenta ausencia luego de haber pasado por la etapa de hidratación, pre-cocción, pelado, cocción y lavado con agua para la obtención de la harina; método de Salcedo (2009).

4.2. Obtención de las harinas de quinua y tarwi

4.2.1. Obtención de la harina de quinua

Para la obtención de harina de quinua se realizó los siguientes procedimientos. (Calla & Cortez 2011). El balance de materia para esta operación se encuentra en el anexo 01.

En la figura 18, se muestra el flujo de operaciones para la obtención de harina de quinua.

4.2.1.1. Eliminación de impurezas

El grano de quinua trae consigo impurezas propias de la cosecha, entre las que se cuentan: restos de hojas, piedras, insectos, vidrio, trozos de metales, lo que es necesario eliminarlo, esta etapa se realizó de forma manual. Los materiales extraños presentaron alrededor de 0.5% de los 10 Kg. de materia prima, ingresando 9.95 Kg. (9.95 %) a la siguiente etapa.

4.2.1.2. Lavado de granos

Se lavó los granos con agua a temperatura ambiente con el propósito de eliminar las saponinas, aproximadamente unos 40 minutos. El primer enjuague se realizó para eliminar los restos de perigonio que aún permanecen unidos al grano. Se lavó sucesivas veces una cierta cantidad de granos (aprox. ½ kg) con agua, hasta que ésta no produjo espuma, el agua que se agregó fue en la proporción de Quinua:Agua/1:2. El lavado sucesivo con agua asegura que se ha eliminado prácticamente el 100% del contenido de saponina de los granos. El rendimiento de esta etapa es 94.95 % (9.45 Kg.).

4.2.1.3. Secado

El secado se realizó en el secador de bandejas del IITA; el grano húmeda se colocó en la bandeja con un espesor no superior a 2 cm para optimizar el secado, el cual se realizó aproximadamente por 4.5 horas a una temperatura de 60°C hasta alcanzar una humedad del 12%. La

humedad eliminada del grano en esta etapa representa el 15.17 %, que asciende a 1.43 Kg.

4.2.1.4. Molienda y tamizado

En esta etapa el grano que entro fue de 84.83% (8.02 Kg.). Esta etapa se realizó en el módulo de molienda y tamizado del IITA. Para así reducir el tamaño de los granos a partículas que correspondan a la de harina. El tamiz que se utilizo fue de numero 120. Se obtuvo 7.53 Kg. de harina al finalizar esta etapa.

La harina se colocó en bolsas de polietileno de alta densidad y se almaceno a temperatura ambiente hasta su utilización.

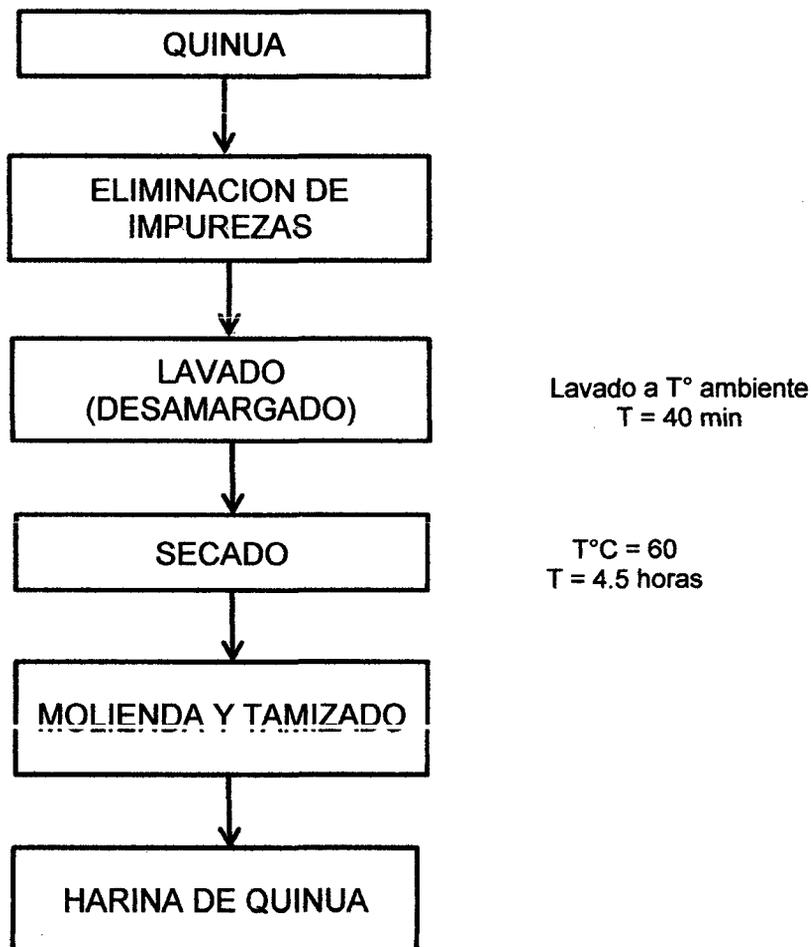


Figura 18: Flujo de operaciones para la obtención de harina de Quinua.

4.2.2. Obtención de la harina de tarwi

Los granos de tarwi son de color blanco cremoso, con olor característico, con algunos granos manchados de color marrón. El peso inicial del tarwi en grano fue de 20 Kg. El balance de materia para esta operación se encuentra en el anexo 02.

En la figura 19, se muestra el flujo de operaciones para la obtención de harina de tarwi.

4.2.2.1. Limpieza y selección

Se encontró materiales extraños como piedrecillas, palillos, granos dañados, otros granos; los cuales separados y eliminados. Los materiales extraños presentan alrededor de 0.4% de los 20 Kg. de materia prima, ingresando 19.92 Kg. (99.6%) a la siguiente etapa.

4.2.2.2. Hidratación

En esta etapa tiene por finalidad facilitar la separación de la cascara durante el pelado y ablandar el granos. Se agrega agua a los granos de tarwi en la proporción tarwi: agua /1:4. Se remoja durante 12 horas, según el método recomendado por Jacobsen et al., (2006). Los granos se hinchan debido a que absorben agua; el agua resulta de un color verde porque cierta cantidad de alcaloides son difundidas del interior del grano hacia el agua.

4.2.2.3. Pre-cocción

Se hierve el tarwi remojado por un tiempo de 5 minutos, luego se remoja durante 30 minutos en la misma agua caliente. Esta operación se realiza para ablandar la cascara del grano y facilitar el pelado. El agua resulta de un color verde intenso, debido a que cierta cantidad de alcaloides son difundidas del interior del grano hacia el agua exterior. El rendimiento de esta etapa es de 98.36%. Se reporta una pérdida de materia de 1.64% (0.81 Kg.) consistente en alcaloides, algunos granos dañados que flotan en el agua caliente, etc.

4.2.2.4. Pelado

Se realiza manualmente; primero, se enfría el tarwi agregándole agua fría hasta llegar a los 35 - 40°C; luego, la cascara se elimina friccionando el grano cocido. La cascara representa el 14.43% o 7.04 Kg. La cascara afecta negativamente en la textura y aspecto de las pastas, por lo cual debe ser eliminada.

4.2.2.5. Cocción

Se realiza se realiza por un tiempo de 40 minutos, que incluye dos cambios de agua cada 20 minutos, contados desde que empieza a hervir. La cocción se efectúa para eliminar gran parte de los alcaloides. E agua de cocción adquiere un color verdoso y amarillento, debido a la presencia de los alcaloides del tarwi. Entre 70 – 80°C se empieza a notar el color verde en el agua, y se forma una capa de granos flotando en la superficie del agua debido a que tienen baja densidad.

4.2.2.6. Lavado con agua

En esta etapa se realiza varios cambios sucesivos de agua cada 8 horas por espacio de 3.5 días, hasta que el agua resulte traslucida y sin sabor amargo. Los cambios de agua sirven para eliminar los alcaloides que contiene el grano de tarwi, reduciéndole hasta un máximo de 0.02%. (Mujica et al, 2001). En esta etapa se pierde 3.82% de materia (1.48 Kg.) que incluye restos de grano rotos, alcaloides, además, el grano desamargado pierde durante el lavado gran parte de los carbohidratos solubles y minerales; Salcedo (2009). El rendimiento de esta etapa es de 96.18% (37.29 Kg.).

4.2.2.7. Secado

El secado se realizó en el secador de bandejas del IITA; esta etapa dura 5.5 horas a 60°C. El color de los granos cambia de un blancuzco a pardo. Es la etapa en que se elimina la mayor cantidad de materia, que en gran parte

viene a ser la humedad del grano de tarwi; la humedad eliminada presenta el 70.75%, que asciende a 26.38 Kg.

4.2.2.8. Molienda y tamizado

Los granos secos fueron sometidos a un proceso de molienda, donde son reducidos hasta partículas de menos de 0.1 mm de diámetro, en el módulo de molienda y tamizado del *IITA*. Durante la molienda se formó pelotas de harina de tarwi, debido a las elevadas cantidades de grasa del tarwi, que proporcionan la aglomeración de las partículas de harina, reduciendo el rendimiento harinero. La pérdida durante la molienda y tamizado asciende a 3.25 Kg. que representa el 29.79%. Esta pérdida se debe a la aglomeración ya mencionada, los polvos finos que se disipan en el aire, las partículas retenidas por la máquina, etc. La harina de tarwi desamargada posee un color amarillo tenue, su olor es característico al grano de origen. Al finalizar el proceso de molienda y tamizado se obtienen 7.66 Kg. de harina de tarwi, el cual es envasado en doble bolsa de polietileno de alta densidad, para evitar el contacto del producto con el oxígeno del aire y la luz solar, y así evitar el enranciamiento y contaminación con insectos.

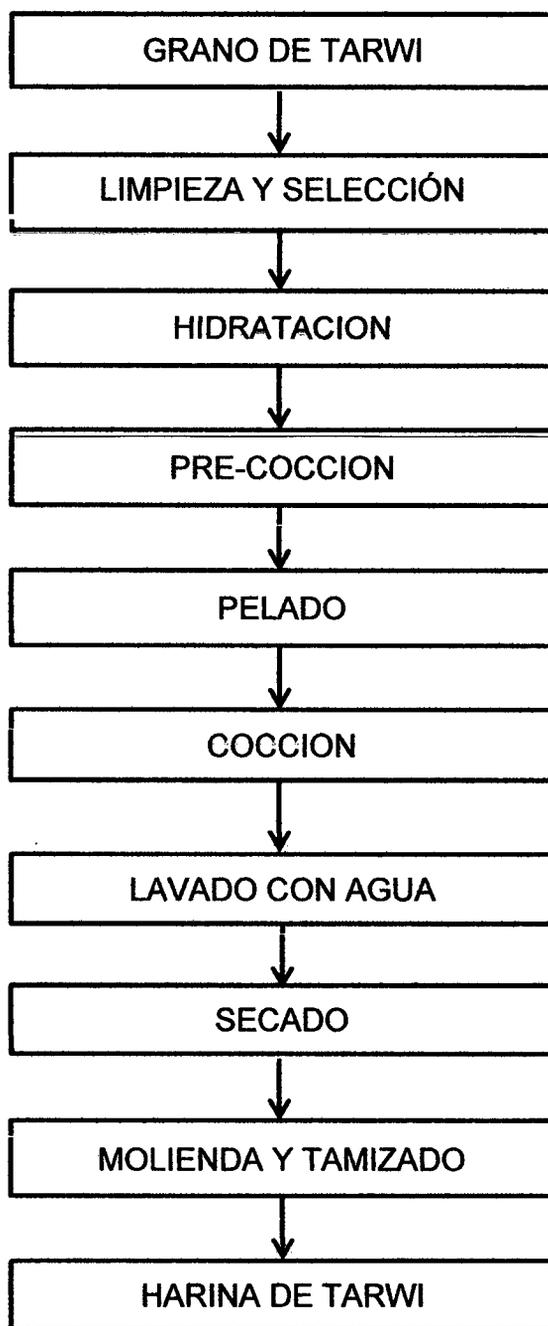


Figura 19: Flujo de operaciones para la obtención de harina de tarwi.

4.2.2.9. Cálculo del rendimiento harinero:

Es un valor que permite tener una idea del rendimiento en harina, obtenido a partir del grano de tarwi. El rendimiento harinero, de la molienda del grano de tarwi desamargado, seco y sin cascara, se calcula en base seca mediante la siguiente fórmula. (Jacobsen et al. 2006).

$$Rh = \frac{\text{Peso de harina}}{\text{Peso de granos}} \times \frac{(100 - \%Hh)}{(100 - \%Hg)} \times 100$$

Dónde:

Rh = Rendimiento harinero

%Hh= Humedad de la harina de tarwi = 6.33% (tabla 34)

%Hg= Humedad del grano de tarwi = 7.41% (tabla 31)

Reemplazando en la relación:

$$Rh = \frac{7.66}{20} \times \frac{(100 - \%Hh)}{(100 - \%Hg)} \times 100$$

$$Rh = 38.75\%$$

El valor del rendimiento harinero asciende a 38.75%, que representa el porcentaje del grano de tarwi convertido en harina. Esto significa que el rendimiento harinero del grano de tarwi ha perdido masa durante el proceso de desamargado, secado y molienda.

4.3. Caracterización de las harinas de trigo, quinua y tarwi.

4.3.1. Composición química proximal de la harina de trigo.

En la tabla 32, se muestran los resultados del análisis de la composición porcentual del Trigo Duro (*triticum durum*).

Tabla 32: Composición porcentual (%) de la harina de trigo.

Componentes (%)	Trigo
Humedad	13.36±0.15
Proteína	13.74
Cenizas	0.41±0.01
Grasa	1.30±0.02
Carbohidratos	69.73
Fibra	1.46±0.02

La humedad es una determinación importante ya que de ella dependen otras evaluaciones como las reológicas. Las harinas húmedas con un contenido de humedad mayor del 15% están expuestas al ataque de microorganismos (Ramírez, 2007). La humedad asciende a los 13.36±0.15%, valor que es inferior al 15% de humedad, que es el máximo permitido por la N.T.P. 205.027:1986, para clasificar como harina de trigo especial.

El contenido de proteína de la harina es de 13.74 el cual se encuentra dentro de los parámetros de la harina de trigo duro que es de (13,5 - 15,0%), según Ramírez (2007), quien afirma que la cantidad y calidad de proteína es muy importante en la calidad de las pastas y si es menor el contenido de proteínas la pasta resulta frágil y se rompe fácilmente, además urgen problemas de hidratación durante el amasado y durante el secado.

Con respecto al contenido de ceniza se obtuvo 0.41±0.01%, este valor es inferior al 0.64% de cenizas, que es el máximo permitido por la N.T.P. 205.027:1986, para clasificar como harina de trigo especial. Además el bajo contenido de ceniza en la harina de trigo indica que tiene un bajo porcentaje de extracción, este contenido oscila entre 0.4–1.7%, el cual indica que tiene un grado de extracción de menor a mayor, respectivamente; este es útil para determinar el grado de pureza y la tasa de rendimiento de la harina de trigo. Belitz y Grosch (1997).

Belitz y Grosch (1997), mencionan que el contenido de grasa en una harina de trigo oscila entre 1-2.3%, según el grado de extracción. La harina de trigo usada en la presente investigación contiene $1.30 \pm 0.02\%$ de grasa, un valor bajo, pero no determinante para elaborar pastas.

La harina trabajada reporta 69.73% de carbohidratos, lo cual es un valor adecuado para elaborar fideos secos. Bilbao (2007) menciona que la harina de trigo tiene alrededor de 70% de carbohidratos, valor cercano a nuestros resultados.

Bilbao (2007), menciona que el contenido de fibra de una harina de trigo como máximo es de 1.5%, lo cual quiere decir que nuestro resultado se encuentra dentro de los parámetros ya que se reportan una cantidad de fibra del $1.46 \pm 0.02\%$.

La harina de trigo duro (*triticum durum*), es un trigo no apto para panificación debido a la baja extensibilidad y a la alta tenacidad de la masa que forma; por eso esta harina es ideal para pastas ya que produce una pasta firme y de buena textura con un producto de alto valor nutricional. (Ramírez 2007).

4.3.2. Composición químico proximal de la harina de quinua

En la tabla 33, se muestran los resultados del análisis de la composición porcentual de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa wild*).

Tabla 33: Composición porcentual (%) de la harina de quinua.

Componentes (%)	Quinua
Humedad	10.48 ± 0.12
Proteína	9.05
Cenizas	2.44 ± 0.05
Grasa	2.53 ± 0.02
Carbohidratos	72.39
Fibra	3.11 ± 0.03

Los resultados mostrados en la tabla 33, nos indican que la Harina de Quinoa tenía un porcentaje de $10.48 \pm 0.12\%$ de Humedad, los cuales se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles por la Norma Técnica Peruana 011.451:2013, ya que la humedad no debe exceder del 15%.

La humedad de la harina de quinoa obtenida experimentalmente son inferiores a los datos obtenidos en las tablas peruanas de composición de alimentos-MINSA (2009).

Las tablas peruanas de composición de alimentos-MINSA (2009), reportan un valor 9.1% de proteínas para la harina de quinoa, en la investigación se halló un valor de 9.05% de proteína. La proteína de la quinoa es muy parecida a la del huevo y la leche, siendo un alimento vegetal, ofrece una proteína de alto valor como los alimentos de origen animal. (Apaza, 2005).

La harina de quinoa obtenida experimentalmente contiene $2.44 \pm 0.05\%$ de cenizas, valor muy cercano al encontrado por las tablas peruanas de composición de alimentos-MINSA (2009), que reportan un valor de 2.5% de cenizas en la harina de quinoa. El valor de cenizas encontrado, se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles por la Norma Técnica Peruana 011.451:2013.

El contenido de grasa obtenido en este trabajo de investigación fue $2.53 \pm 0.02\%$ la cual se encuentra dentro del rango de 1.8% a 9.3% reportado por Mujica & Jacobsen (2006), quienes indican que el contenido de grasa de la quinoa tiene un alto valor debido a su alto porcentaje de ácidos grasos insaturados. Es importante recalcar la cantidad relativamente alta de aceite en la quinoa, aspecto que ha sido muy poco estudiado, pero que la convierte en una fuente potencial de omega 3 y omega 6, ayudando a reducir el colesterol LDL (o colesterol malo) del organismo y elevar el colesterol HDL (o colesterol bueno).

Las tablas peruanas de composición de alimentos-MINSA (2009), reportan un valor de 72.1% de carbohidratos, que es un valor cercano al encontrado en la investigación, donde se reporta 72.39% de carbohidratos. Los carbohidratos de la quinoa contienen

entre un 58 y 68% de almidón y un 5% de azúcares, lo que la convierte en una fuente óptima de energía que se libera en el organismo de forma lenta por su importante cantidad de fibra (Cerón R. 2002).

La harina de quinua obtenida experimentalmente contiene $3.11 \pm 0.03\%$ de fibra y el valor reportado por las tablas peruanas de composición de alimentos-MINSA (2009), es de 3.1% de fibra, lo cual demuestra que nuestros datos reportados son similares a los reportados por la bibliografía.

4.3.3. Composición químico proximal de la harina de tarwi

En la tabla 34, se muestran los resultados del análisis de la composición porcentual de la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*).

Tabla 34: Composición porcentual (%) de la harina de tarwi.

Componentes (%)	Tarwi
Humedad	6.33 ± 0.15
Proteína	49.04
Cenizas	2.85 ± 0.04
Grasa	27.32 ± 0.25
Carbohidratos	11.52
Fibra	2.94 ± 0.05

La humedad de la harina de tarwi es de $6.33 \pm 0.15\%$, este valor cumple con la N.T.P. 205.044:1976 (Revisada el 2011), que especifica que para harinas sucedáneas procedentes de leguminosas la humedad no debe exceder de 15%. (Tapia et al. 2000), reporta para la harina de tarwi 6% de humedad, valor muy cercano a la harina obtenida por la investigación. Por lo tanto, el valor de humedad de la harina de tarwi obtenida

experimentalmente es apropiado para ser mezclado con las demás harinas para obtener las pastas.

Tapia et al. (2000), reporta un valor de 49.6% de proteínas para la harina de tarwi, también afirma que la proteína del tarwi contiene cantidades adecuadas de lisina y cistina. En la investigación se halló un valor de 49.04% de proteína, valores cercanos a los reportados por Tapia, lo cual se complementa adecuadamente con las harinas para elaborar pastas.

La harina de tarwi obtenida experimentalmente contiene $2.85 \pm 0.04\%$ de cenizas, valor muy cercano al encontrado por Tapia et al. (2000), que reportan un valor de 2.9% de cenizas en la harina de tarwi. El valor de cenizas encontrado, cumple lo establecido en la N.T.P. 205.044:1976 (Revisada el 2011), que especifica que para harinas sucedáneas procedentes de leguminosas las cenizas no deben exceder de 5%. Este valor de cenizas hallado, corresponde y concuerda con el 38.75% de rendimiento harinero para la harina de tarwi, que indica bajo grado de extracción para el tarwi.

Se halló que la harina de tarwi obtenida experimentalmente, contiene $27.32 \pm 0.25\%$ de grasa. Este contenido es similar a lo reportado por Tapia et al. (2000). Hay que considerar que en el aceite de tarwi, el principal ácido graso es el oleico, seguido por el linoleico; con bajo contenido de ácido linolénico, causante de la inestabilidad del aceite por el peligro de rancidez, dando mayor estabilidad al aceite. (Tapia et al. 2000). Por lo tanto hay menos peligro de rancidez en las pastas elaborados a partir de harina de trigo con harina de quinua y tarwi.

Tapia et al. (2000), han encontrado un valor de 12% de carbohidratos, que es un valor cercano al encontrado en la investigación, donde se reporta 11.52% de carbohidratos. Durante el proceso de desamargado, el grano de tarwi pierde parte de sus carbohidratos solubles, es por eso que el valor reportado es menor que la bibliografía.

La harina de tarwi obtenida experimentalmente contiene $2.94 \pm 0.05\%$ de fibra y el valor reportado por Tapia et al. (2000), es de 3% de fibra, lo cual demuestra que nuestros datos reportados son similares a los reportados por la bibliografía.

4.4. Análisis reológico de las formulaciones

4.4.1. Análisis amilografico

Del amilógrafo se obtiene la altura de la curva, la cual indica el grado de gelatinización. Una curva baja indica mala gelatinización la cual quiere decir que el almidón no se une con el agua y esto permanece libre. Una curva elevada demuestra un alto grado de gelatinización y buena capacidad para mantener el agua, de modo que no quede libre.

En las gráficas se observa el comienzo de la gelatinización, un pico máximo de gelatinización llegando a la temperatura de gelatinización.

4.4.1.1. Graficas de los análisis amilográficos de las formulaciones

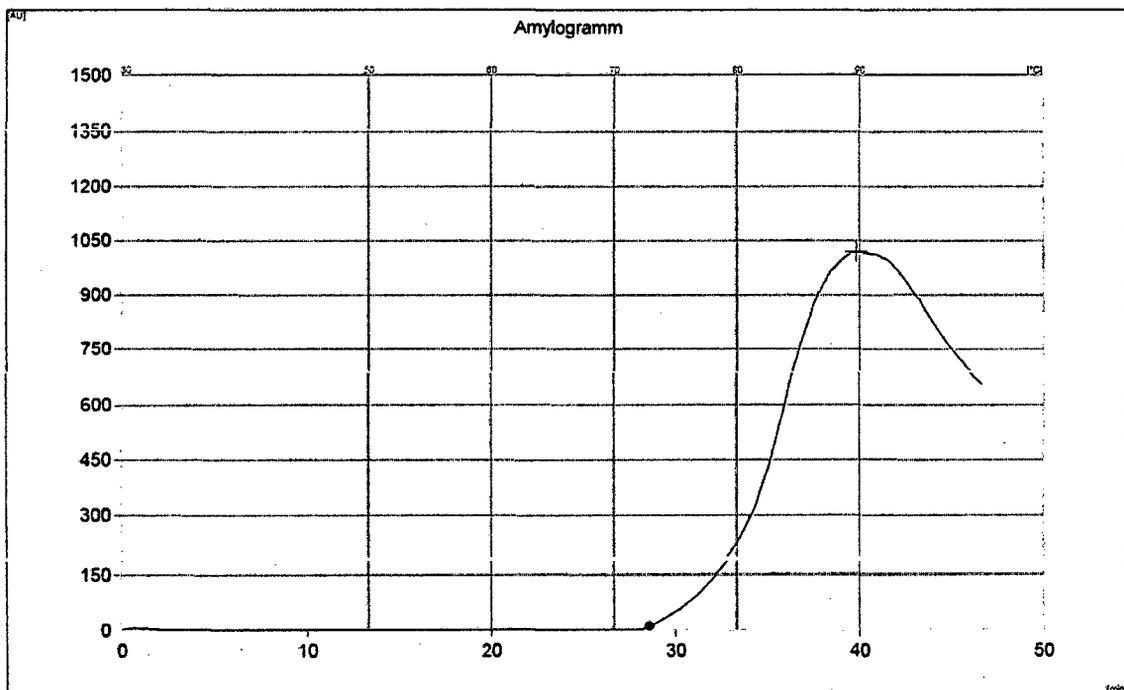


Figura 20: Amilograma de la formulación S1.

En la figura 20, se observa el inicio de la temperatura de gelatinización la cual se dio a 72.9 ± 0.02 °C llegando a un pico máximo de gelatinización de 1018 ± 1.00 AU (Unidades Amilográficas) a una temperatura de 89.8 ± 0.02 °C.

En la figura 21, se observa el inicio de la temperatura de gelatinización la cual se dio a 64.4 ± 0.04 °C llegando a un pico máximo de gelatinización de 660 ± 1.00 AU (Unidades Amilográficas) a una temperatura de 88.1 ± 0.01 °C.

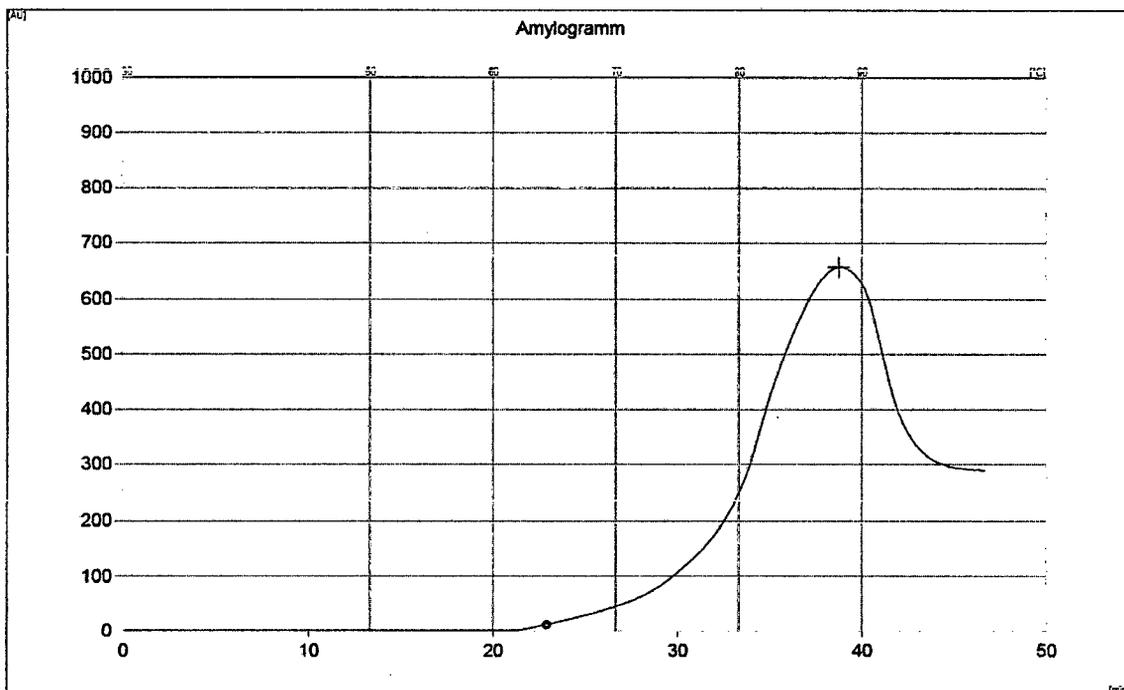


Figura 21: Amilograma de la formulación S2.

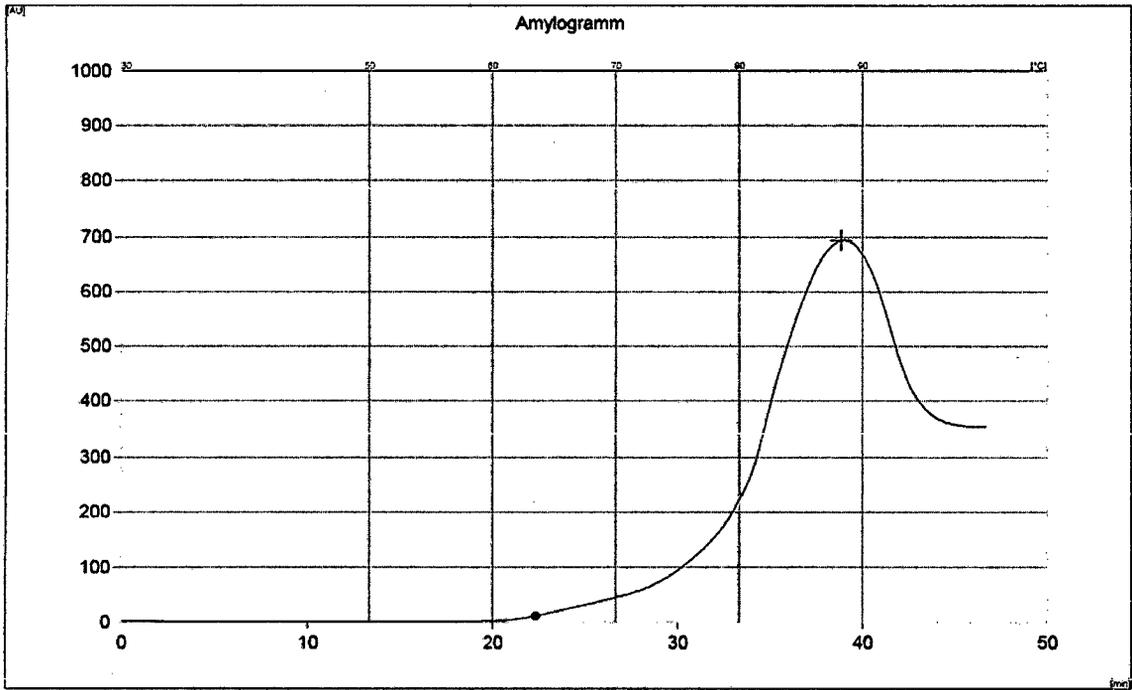


Figura 22: Amilograma de la formulación S3.

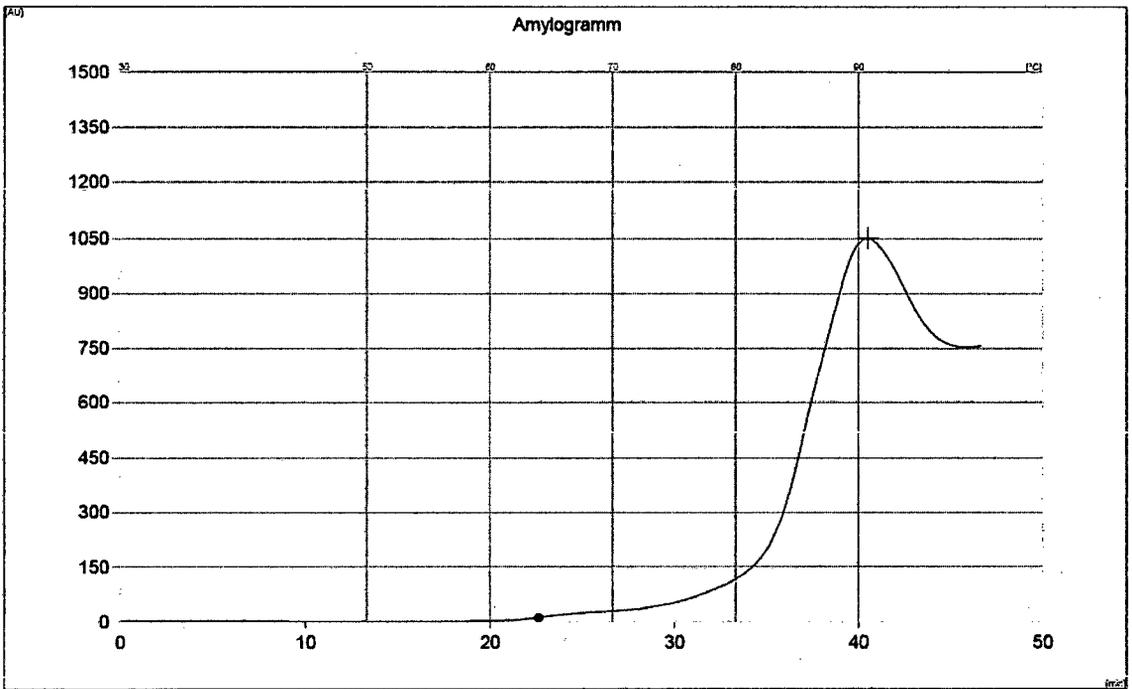


Figura 23: Amilograma de la formulación S4.

En la figura 22, se observa el inicio de la temperatura de gelatinización la cual se dio a 63.5 ± 0.03 °C llegando a un pico máximo de gelatinización de 693.67 ± 1.53 AU (Unidades Amilográficas) a una temperatura de 88.3 ± 0.02 °C.

En la figura 23, se observa el inicio de la temperatura de gelatinización la cual se dio a 64.0 ± 0.02 °C llegando a un pico máximo de gelatinización de 1051 ± 1.00 AU (Unidades Amilográficas) a una temperatura de 90.8 ± 0.01 °C.

Tabla 35: Resumen de las formulaciones analizadas por el Amilograma.

Formulaciones	% Humedad	T°C de inicio	T°C de gelatinización	Máximo Gelatinización (AU)
S1	14.6 ± 0.12	72.9 ± 0.02	89.8 ± 0.02	1018 ± 1.00
S2	14.1 ± 0.10	64.4 ± 0.04	88.1 ± 0.01	660 ± 1.00
S3	12.9 ± 0.08	63.5 ± 0.03	88.3 ± 0.02	693.67 ± 1.53
S4	13.6 ± 0.11	64.0 ± 0.02	90.8 ± 0.01	1051 ± 1.00

Las figuras 20, 21, 22 y 23 muestran los puntos de evaluación: Comienzo de la gelatinización (punto azul), temperatura de gelatinización (+ azul) y máxima gelatinización (eje y). La temperatura de gelatinización es un índice del ordenamiento (asociación) intragranular, por lo que mientras mayor sea este valor, mayor será el grado de asociación entre las macromoléculas en el interior del gránulo de almidón (Calcáneo, 1991). La formulación S1 (100% H. trigo) tiene una temperatura de gelatinización ligeramente mayor que las formulaciones S2 (80% H. de trigo, 5% H. de tarwi y 15% H. de quinua) y S3 (80% H. de trigo, 10% H. de tarwi y 10% H. de quinua), pero no mayor a la formulación S4 (80% H. de trigo, 15% H. de tarwi y 5% H. de quinua). Cabe mencionar que la estructura de

la amilopéctina del almidón de la quinua es similar a la de los cereales, pero su bajo contenido de almidón hace que la pasta de quinua sea menos viscosa que la del trigo (Herencia, 1998).

El punto máximo de gelatinización fue observada en la formulación S4 con 1051 ± 1.00 AU, mientras que la formulación S1 fue de 1018 ± 1.00 AU y las formulaciones S2 y S3 con 660 ± 1.00 AU y 693.67 ± 1.53 AU; lo que hace suponer que cuanto mayor sea el valor de AU menor es la actividad enzimática de la harina. De acuerdo a los resultados, se puede concluir que los gránulos de la suspensión de almidón de la quinua con tarwi donde predomina el tarwi, tiene mayor capacidad de hinchamiento, lo cual corresponde con la mayor capacidad de absorción de agua obtenida y por ende una mayor alteración granular, dando una mayor viscosidad en la pasta formada (Calcáneo, 1991).

El gránulo de almidón es completamente insoluble en agua fría. Sin embargo, cuando se calienta progresivamente una suspensión de almidón los gránulos empiezan a gelatinizar. A los $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ los débiles enlaces son disociados, los gránulos empiezan a hincharse y la estructura interna inicia sus cambios. Si se continúa calentando se produce una penetración del agua en el interior y el gránulo continúa hinchando y gelificando, hasta formar una pasta más o menos espesa y clara. Este fenómeno es primordial para que las enzimas puedan ejercer su acción. En efecto, el gran tamaño de la amilasa le hace incapaz de penetrar por los finos microporos del gránulo. Por efecto de la gelatinización se abre el gránulo y la amilasa puede atacar las fracciones del almidón. Bernabé (2005).

4.4.1.2. Análisis estadístico de máximo gelatinización (AU) y la temperatura de gelatinización (°C)

Tabla 36: ANVA de máximo gelatinización de las formulaciones.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Formulación	387110,000	3	129036,667	96777,500	0,000
Error	10,667	8	1,333		
Total	387120,667	11			

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones aplicadas en la elaboración de pastas, con respecto al máximo gelatinización del Análisis Amilografico, al 5% de significancia. Mediante la prueba de significación de Tukey se puede concluir que estadísticamente las formulaciones S1, S2, S3, y S4 tienen diferencias altamente significativas al 5%. (Anexo 5).

Tabla 37: ANVA de temperatura de gelatinización de las formulaciones

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Formulación	224706,000	3	74902,000	0,702	0,577
Error	853940,000	8	106742,500		
Total	1078646,000	11			

Se ha establecido que no existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en la elaboración de pastas, con respecto a la temperatura de gelatinización del Análisis Amilográfico, al 5% de significancia.

4.4.2. Análisis Farinográfico

El farinograma mide la consistencia de la masa mediante la fuerza necesaria para mezclarla a una velocidad constante y también mide la absorción de agua necesaria para alcanzar dicha consistencia. Para realizar el análisis se toma una pequeña cantidad de harina, se mezcla con agua y se permite que la masa se desarrolle a la vez que se mide la estabilidad y tolerancia al amasado. Como una nota aparte hay que decir que este porcentaje es ligeramente superior al real debido a que los otros ingredientes influyen en la absorción final de la harina (Bravo, 1999).

4.4.2.1. Graficas de los análisis farinográficos de las formulaciones

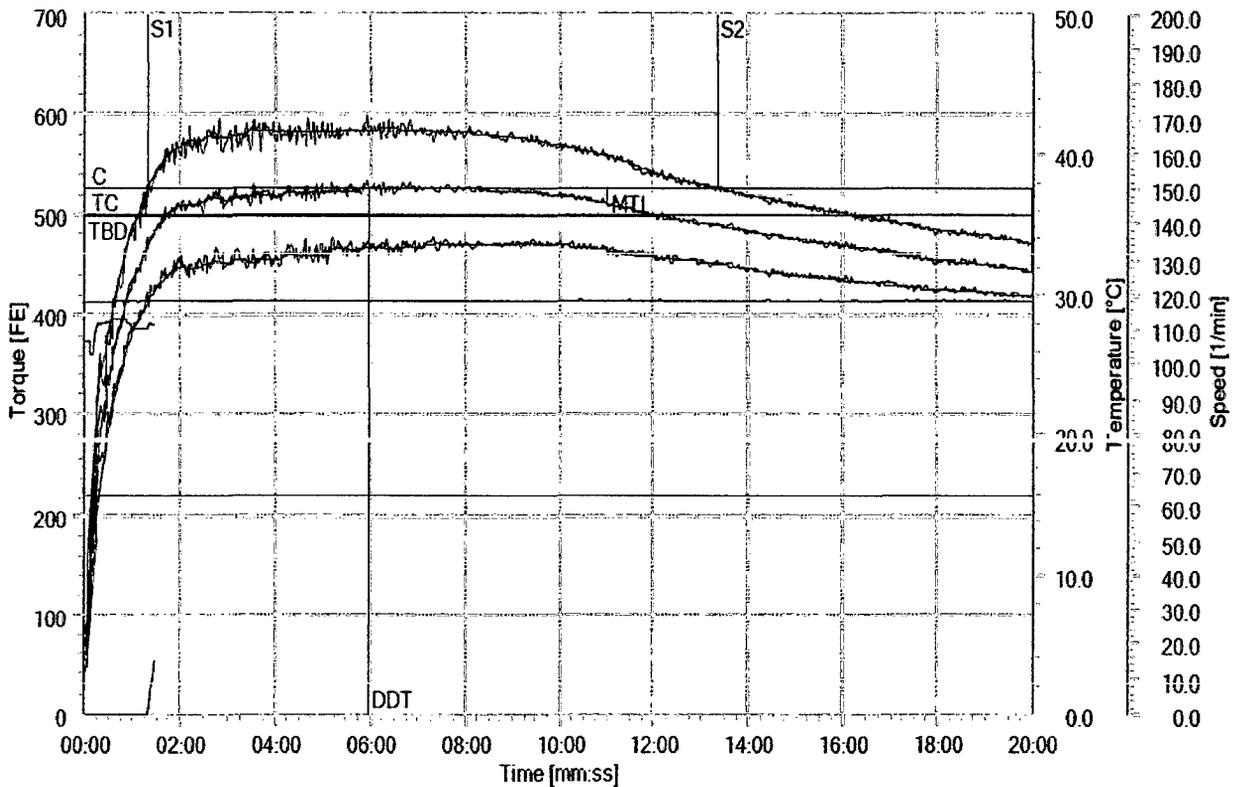


Figura 24: Farinograma de la formulación S1.

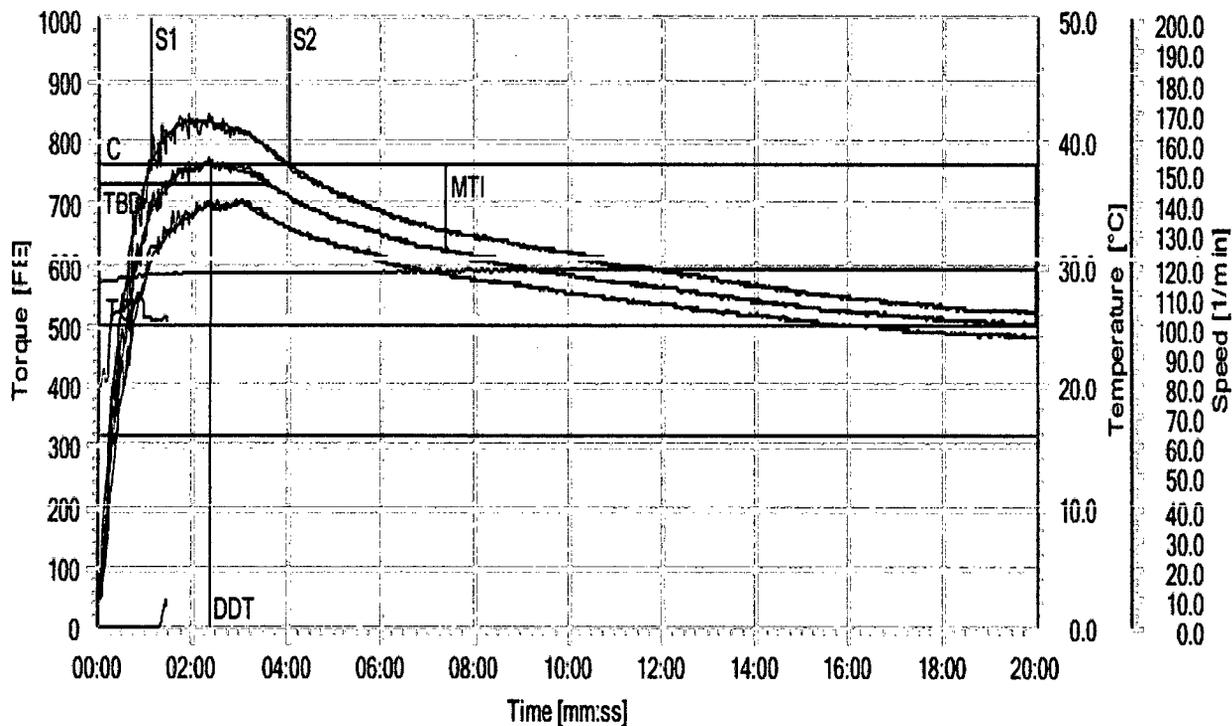


Figura 25: Farinograma de la formulación S2.

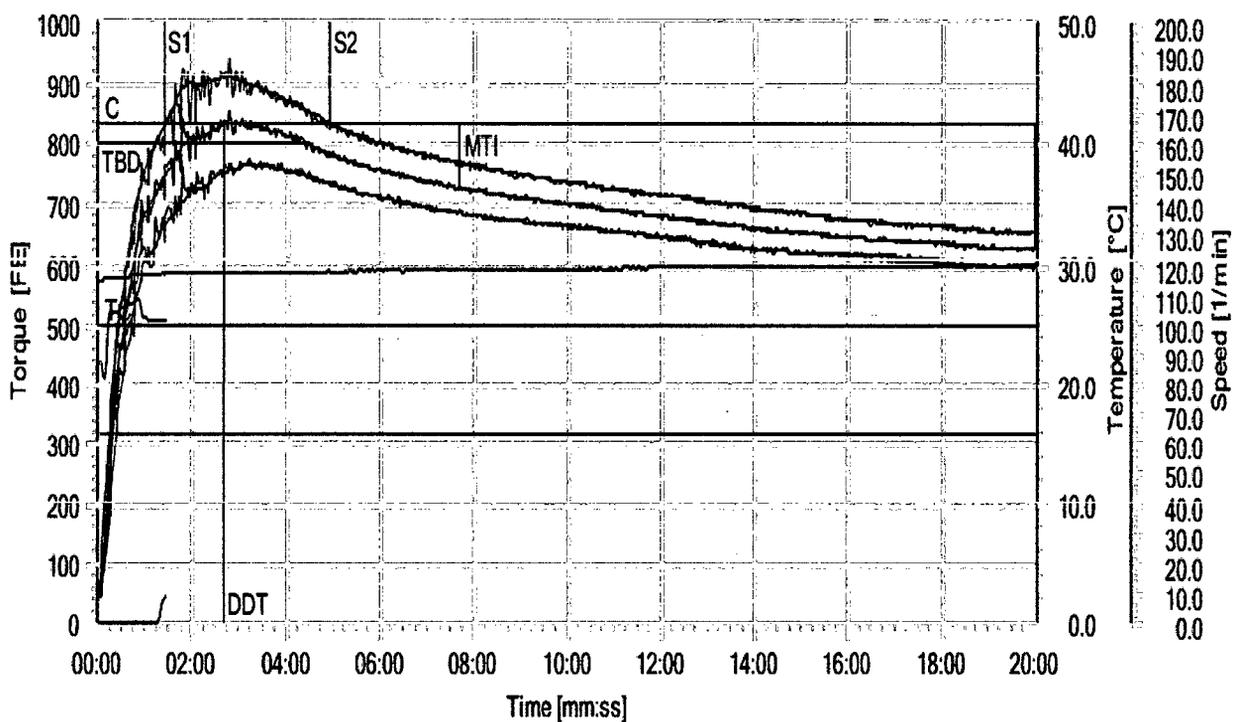


Figura 26: Farinograma de la formulación S3.

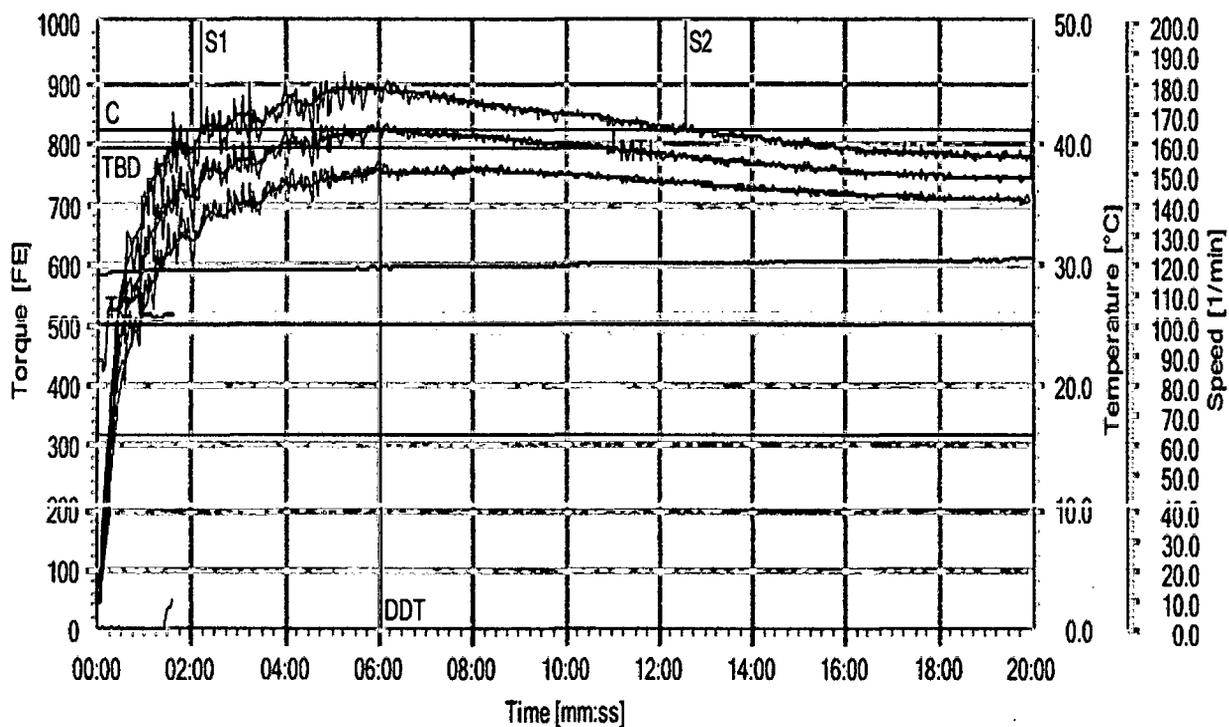


Figura 27: Farinograma de la formulación S4.

De las figuras 24, 25, 26 y 27 muestran que la consistencia predeterminada para la evaluación ACC para Brabender®/ICC/BIPEA es de 500 FU mostrado en la línea rojo horizontal (TC), la curva verde representa la línea media calculada, la línea verde horizontal (C) es la consistencia realmente alcanzada con el agua añadida (máximo de la línea media),

Tabla 38: Resumen de las formulaciones analizadas por el Farinograma.

Formulaciones	H (%)	C (FE)	%ABS	%ABS 500 UF	DDT(min)	S (min)	MTI(FE)
Formulación S1	14.6±0.10	525.67±2.52	56	56.7±0.10	5.58±0.10	12.02±0.08	15±0.12
Formulación S2	14.2±0.08	763.33±2.52	56	62.6±0.20	2.22±0.08	2.55±0.10	144±0.20
Formulación S3	13.6±0.12	834±1.00	56	64.4±0.10	2.41±0.11	3.33±0.12	108±0.10
Formulación S4	13.8±0.10	822.33±2.08	56	64.1±0.10	6.02±0.10	10.23±0.11	32±0.20

H= Humedad, C= Consistencia, ABS= Absorción de agua, DDT= Tiempo óptimo de desarrollo, S= Estabilidad, MTI= Índice de tolerancia

De las figuras 24, 25, 26 y 27 se observa que la consistencia (Set Point) 500 FE (línea verde horizontal), por lo que la variable respuesta de consistencia, según mezcla en un punto DDT (Development Time) tiende a llegar al set point establecido, así para la formulación S2 y S3 tienen los DDT más cortos ($02:22 \pm 0.08$ y $02:41 \pm 0.11$ mm:ss) en llegar a la consistencia establecida, a diferencia de formulación S1 y S4 con $05:58 \pm 0.10$ y $06:02 \pm 0.10$ mm:ss, estos DDT dependen de la mezcla a evaluar. El tiempo de llegada o tiempo de desarrollo de la masa, es el tiempo que tarda en formarse la masa y en llegar a las 500 UB. Después de 30 segundos de haber adicionado el agua, es la velocidad con la que la harina absorbe el agua y forma el gluten. Es el tiempo necesario para alcanzar la máxima consistencia. En una harina fuerte, este período puede ser notablemente largo y es posible que este hecho esté en relación con la alta calidad del gluten o también con la velocidad de absorción de agua por parte de la misma. (Sierra et al., 2006).

De las figuras 24, 25, 26 y 27 se observa que la formulación S3 tiene mayor consistencia y mayor absorción de agua que la formulación S1, S2 y S4, pero menor índice de tolerancia que la formulación S2. El índice de tolerancia representa la resistencia de la masa al amasado y mientras más alto sea éste valor, más débil es la masa. (Sierra et al., 2006).

Los datos de consistencia entre mezclas muestran diferencias por mezclas, esto es debido a que cada mezcla tiene un contenido diferente de harina, en la tabla 38, se observa que la formulación S3 tiene mayor consistencia que las demás formulaciones S1, S2 y S3, por ende a mayor consistencia menor índice de tolerancia, esto quiere decir que la red de gluten se corrobora que es buena, es decir la formulación S3 (80% de harina de trigo, 10% de harina de quinua y 10% de harina de tarwi) influye de una manera positiva en la red de gluten esto hace de que posteriormente podamos tener una masa manejable al momento de pasar por la etapa del laminado para así obtener pastas alimenticias. (Astaíza et al.,

2010). Los datos de las formulaciones difieren a diversos factores que influyen en la consistencia de las harinas: Uno de ellos es que una harina con baja proteína y calidad pobre, presenta un tiempo de resistencia al mezclado menor que una harina con alta proteína y calidad buena. La proteína es el compuesto que más afecta la funcionalidad y calidad de los productos de trigo; esto es debido a que importantes factores como la absorción de agua, el tiempo de amasado y la estabilidad dependen de la cantidad de la proteína (Sierra et al., 2006).

En la tabla 38 se muestra los parámetros farinograficos de las mezclas de harina de trigo con harina de quinua y harina de tarwi, se observa que la absorción de agua difiere de acuerdo a cada mezcla, la calidad del producto final de la harina se relaciona con la absorción de agua del farinograma (Saxena et al., 1997). Además Dhaliwal et al., (1987) evaluaron las propiedades de molienda y rango de las características de las harinas encontrando una correlación directa de absorción de agua con proteínas. El porcentaje de absorción se refiere a la cantidad de agua que la masa permite absorber hasta que adquiere una consistencia óptima, medida a 500 UB de la curva, se dice que a mayor agua absorbida hay mayor cantidad de gluten fuerte en la harina. (Jara, C. 2006).

Al elaborar la masa, esta requiere la adición de una cierta cantidad variable de agua según las diversas harinas, con el fin de obtener la consistencia óptima requerida para la elaboración de la pasta, en el farinógrafo se consigue, al ir agregando el agua, hasta que la aguja marque la cifra 500, que corresponde a la consistencia normal. Como se ha anotado, esta capacidad de absorción de agua, es un carácter distintivo de las harinas; por lo tanto, refleja en cierto modo la naturaleza de la estructura íntima de la harina, que determina sus cualidades plásticas. (Sierra et al., 2006).

El índice de tolerancia es la cantidad de Unidades Farinograficas que logra obtener la masa en la gráfica por encima de las 500 FE, y de acuerdo a las formulaciones es que hubo una oscilación

de 15 ± 0.12 FE a 144 ± 0.20 FE. El índice de tolerancia o grados de ablandamientos elevados indican que la red de gluten es mala o que la harina posee mucho almidón dañado; este almidón se rompe en el proceso de molienda y es capaz de absorber el doble de agua que un almidón intacto (Bravo, 1999). En la tabla 38, se puede observar que la formulación S2 produjo mayor ablandamiento, puesto que tiene un elevado índice de tolerancia, pero si analizamos los % de su formulación en S2, S3 y S4, se observa que tienen la misma cantidad de harina de trigo, pero puede que haya mucho daño en el almidón que posee la harina quinua tras pasar por la etapa de molienda y tamizado, ya que la harina de tarwi no se vio tan afectada en esta etapa.

La Edad de las harinas influye en los resultados farinográficos, ya que en la misma hay una oxidación natural de las grasas, provocando cambio en el farinograma. Los niveles de almidón dañado en la molienda, afectan la absorción de agua en el farinógrafo. La calidad de la proteína afecta la absorción de agua. Y la granulometría altera la absorción de agua. Pues todo lo mencionado producen cambios en el perfil Farinográfico de la harina que conducen a variaciones en el índice de estabilidad y tolerancia de la masa (Bravo, 1999).

El otro parámetro a medir con un farinógrafo es la estabilidad, que no es más que el tiempo expresado en minutos, en que la masa mantiene su máxima consistencia (esto se ve en el pico de las curvas; de las gráficas). Este valor refleja cuán fuerte es la harina para soportar el amasado y en este caso fue la formulación S1 la que tuvo mayor estabilidad con tiempo de $12:02 \pm 0.08$ min y S4 con $10:23 \pm 0.11$ min. Se considera una masa de buena calidad panadera aquella con una estabilidad de 10 a 15 min (Peña et al., 2008).

Los valores de estabilidad de las harinas evaluadas mostradas en la tabla 38, fueron menores a 10 min, estas son las formulaciones S2, S3 con $2:55 \pm 0.10$ y $3:33 \pm 0.12$ min, por lo que según Peña et al., (2008), se relacionan con harinas de masas débiles, las cuales

corresponden a las obtenidas de trigos suaves, lo que se podría relacionar con su alto contenido de gluten seco.

Se decidió analizar la influencia de la consistencia y la absorción de agua en las formulaciones trabajadas durante la investigación para lograr saber cómo se ve afectada las masas de las harinas al ser mezcladas, saber cuánto es la cantidad de agua necesaria a trabajar y así se puede ver qué tanto de significancia tienen las formulaciones.

4.4.2.2. Análisis estadístico de consistencia (FE), absorción de agua (%) y el tiempo de ruptura (mm:ss)

Tabla 39: ANVA de Absorción de agua en las formulaciones.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Formulación	115,830	3	38,610	2206,286	0,000
Error	0,140	8	0,018		
Total	115,970	11			

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones aplicadas en la elaboración de pastas, con respecto a la absorción de agua del Análisis Farinográfico, al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación de Tukey se puede concluir que estadísticamente las formulaciones S1 y S2 tienen diferencias altamente significativas al 5% y las formulaciones S3 y S4 son iguales. (Anexo 5).

Tabla 40: ANVA de Consistencia en las formulaciones.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Formulación	186132,667	3	62044,222	13787,605	0,000
Error	36,000	8	4,500		
Total	186168,667	11			

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones aplicadas en la elaboración de pastas, con respecto a la consistencia del Análisis Farinografico, al 5% de significancia.

4.4.3. Análisis extensográfico

El análisis del extensógrafo determina los cambios en la tenacidad y elasticidad de la masa con respecto al tiempo, principalmente en la etapa de fermentación. Se basa en el grado de fermentación que resiste una harina la que decide la calidad de este. Es la estabilidad más que la fuerza lo que una harina necesita puesto que debe formarse una masa suficientemente estable para conservar su forma después de ser moldeada. (Stanley, 1998).

4.4.3.1. Graficas de los análisis extensograficos de las formulaciones

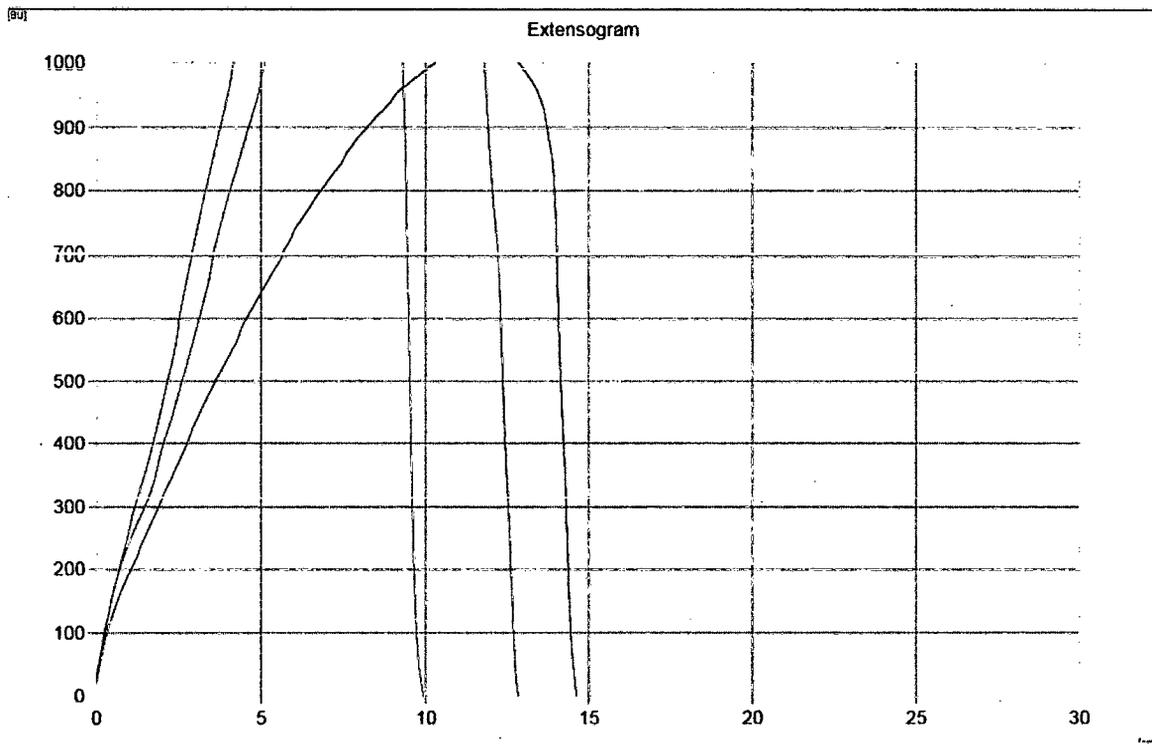


Figura 28: Extensografo de la formulación S1.

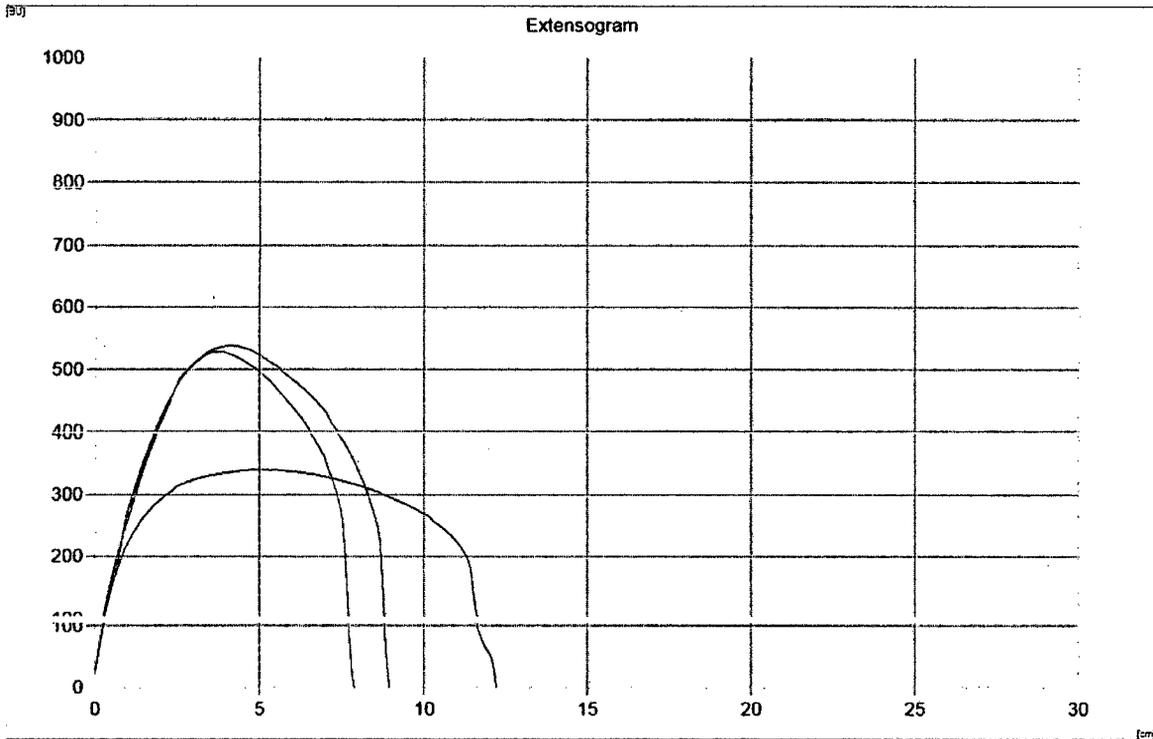


Figura 29: Extensografo de la formulación S2.

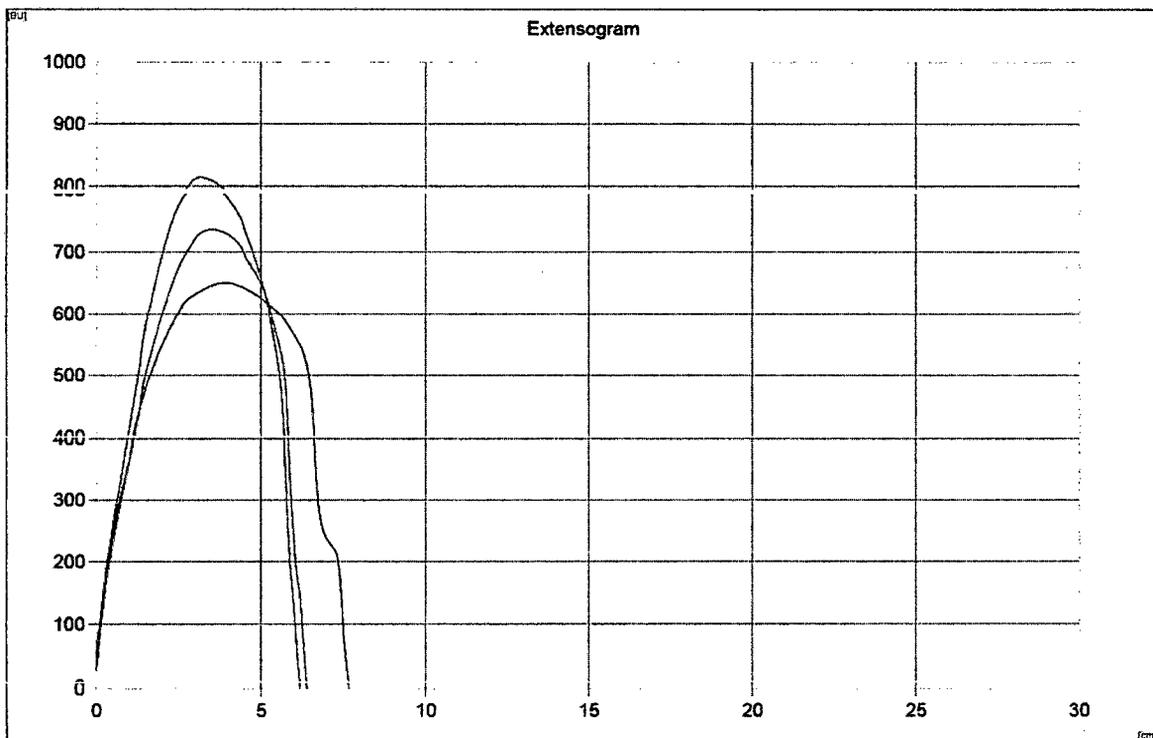


Figura 30: Extensografo de la formulación S3.

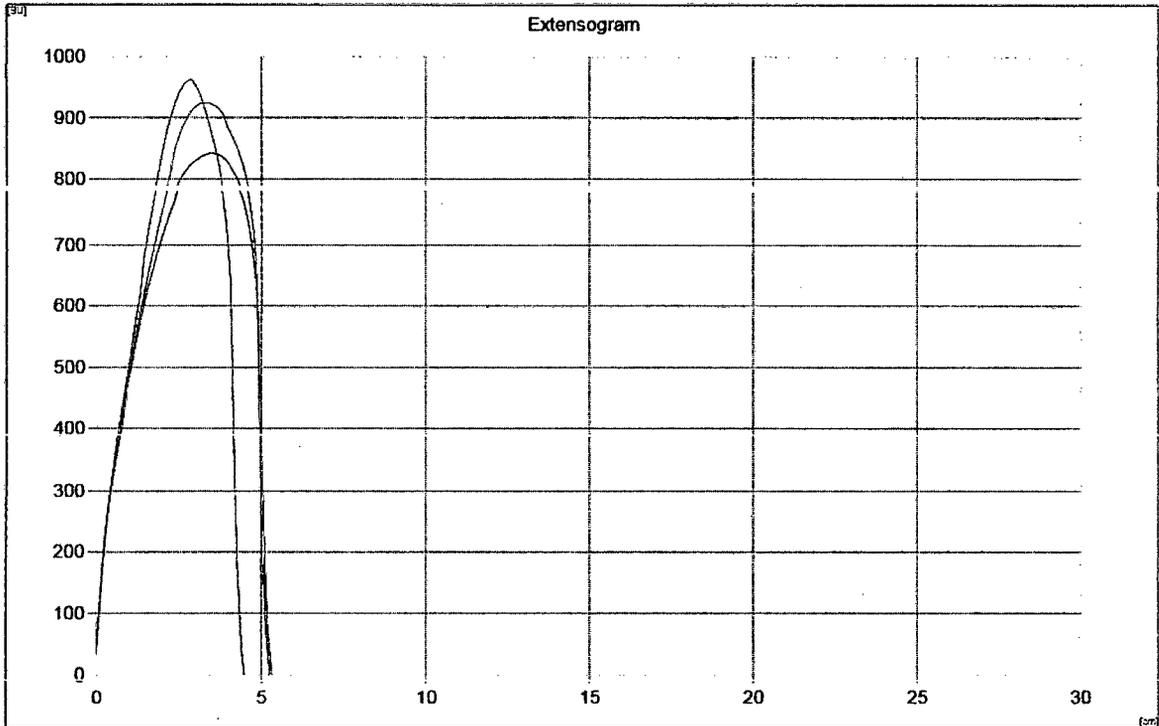


Figura 31: Extensografo de la formulación S4.

Tabla 41 Resumen de las formulaciones analizadas por el Extensograma.

FORMULACIÓN	TIEMPO	R (BU)	E (mm)	M (BU)	ENERGIA (cm²)
S1	30 rnin	647.33±1.53	145.67±1.53	1023.67±3.51	181.00±2.00
	60 rnin	986.67±1.53	128.00±1.00	1433.00±2.65	211.00±1.00
	90 rnin	1192.33±2.08	98.00±1.00	1491.33±1.53	164.00±1.00
S2	30 rnin	341.00±1.00	121.67±1.53	340.00±2.00	60.00±2.00
	60 rnin	522.67±2.08	91.00±1.00	537.67±1.53	64.00±1.00
	90 rnin	494.67±2.08	77.33±1.53	527.67±1.53	54.00±2.00
S3	30 rnin	623.33±1.53	76.67±1.53	649.67±1.53	66.00±1.00
	60 rnin	644.33±4.51	64.33±1.53	737.33±1.53	60.00±2.00
	90 rnin	646.33±2.08	62.33±1.53	814.00±2.00	64.00±2.00
S4	30 rnin	309.67±1.53	53.00±2.00	841.33±1.53	59.00±1.00
	60 rnin	196.00±2.00	53.33±0.58	923.67±3.51	62.00±2.00
	90 rnin	47.00±2.00	44.00±1.00	963.67±2.08	52.00±2.00

R= Resistencia a la Extensión (UB), E=Extensibilidad (mm), M= Maximo (BU)

La tabla 41 muestran los valores de medición para cada mezcla: *Energía* que es medida como la superficie bajo la curva en cm^2 , la cual nos demuestra la calidad de la masa; *La resistencia a la extensión* está medida como el alto de la curva, 5 cm luego del inicio de la elevación de la curva en BU, lo que demuestra la fuerza que se le opone a la elasticidad de la masa; *La elasticidad* medida como el largo de la curva en [mm] desde el inicio de la elevación de la curva hasta el máximo (= rotura de la muestra) lo que demuestra las propiedades del gluten, *Máximo* que es el punto más alto en la curva en [BU], este valor puede alcanzar máximo 1000 BU lo que significa la fuerza en el punto de rotura.

De acuerdo a la tabla 41, observado de las formulaciones evaluadas en el extensógrafo, quien obtuvo mayor resistencia a la extensión fue la formulación S1, a los 30 min. Con 647.33 ± 1.53 BU y a los 60 min. de fermentación con 986.67 ± 1.53 BU y a los 90 minutos con 1192.33 ± 2.08 BU. En la tabla 41 se observa que la extensibilidad, máximo y energía de la formulación S1 a los 30, 60 y 90 min. de fermentación es mayor que todas las formulaciones, siendo así que la formulación S1 es una harina fuerte, puesto que a un valor alto de energía unido a gran extensibilidad, indica que es una harina fuerte (Stanley, 1998).

Evaluando la figura 28, se puede deducir que tiene un máximo o un punto más alto en BU superiores a 1000 BU, por lo que son extensogramas de harina con fuerte propiedades de masa óptima, se puede decir que la masa de la harina de trigo fuerte es extensible y elástica, y es adecuada para elaboración de pastas, teniendo una gran tolerancia a la fermentación. Se obtienen piezas de masas bien aireadas y voluminosas con buena consistencia. El extensograma de la formulación S1 que presenta este desarrollo, posee un alto valor de energía, una relación equilibrada de resistencia a la extensión y extensibilidad; los valores de las formulaciones S2, S3 y S4 son menores lo que demuestran que tienen un contenido de gluten débil debido a los porcentajes de harina de tarwi y harina de quinua.

4.4.3.2. Análisis estadístico de la resistencia a la extensión (BU), extensibilidad (mm) y máximo (BU).

Tabla 42: ANVA de Resistencia a la Extensión.

Origen	Suma de cuadrados	gi	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3358967,222	11	305360,657	65434,426	0,000
Intersección	11060058,778	1	11060058,778	2370012,595	0,000
F	2742007,222	3	914002,407	195857,659	0,000
T	98772,722	2	49386,361	10582,792	0,000
F * t	518187,278	6	86364,546	18506,688	0,000
Error	112,000	24	4,667		
Total	14419138,000	36			
Total corregida	3359079,222	35			

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones y el tiempo de fermentación aplicadas en la elaboración de pastas, con respecto a la resistencia a la extensión del análisis extensográfico al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación de Tukey se puede concluir que estadísticamente las formulaciones S1, S2, S3 y S4 tienen diferencias altamente significativas al 5% y con respecto al tiempo de fermentación que son de 30, 60 y 90 minutos también existen diferencias altamente significativas al 5%. (Anexo 5).

Tabla 43: ANVA de Extensibilidad.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	35561,889	11	3232,899	1737,080	0,000
Intersección	257725,444	1	257725,444	138479,343	0,000
F	28455,222	3	9485,074	5096,458	0,000
T	4991,722	2	2495,861	1341,060	0,000
F * t	2114,944	6	352,491	189,398	0,000
Error	44,667	24	1,861		
Total	293332,000	36			
Total corregida	35606,556	35			

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones y el tiempo de fermentación aplicadas en la elaboración de pastas, con respecto a la extensibilidad del análisis extensográfico al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación de Tukey se puede concluir que estadísticamente las formulaciones S1, S2, S3 y S4 tienen diferencias altamente significativas al 5% y con respecto al tiempo de fermentación que son de 30, 60 y 90 minutos también existen diferencias altamente significativas al 5%. (Anexo 5).

Tabla 44: ANVA de máximo.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3944638,750	11	358603,523	74193,832	0,000
Intersección	26435022,250	1	26435022,250	5469314,948	0,000
F	3416666,306	3	1138888,769	235632,159	0,000
T	379579,500	2	189789,750	39266,845	0,000
F * t	148392,944	6	24732,157	5116,998	0,000
Error	116,000	24	4,833		
Total	30379777,000	36			
Total corregida	3944754,750	35			

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones y el tiempo de fermentación aplicadas en la elaboración de pastas, con respecto al máximo del Análisis Extensográfico al 5% de significancia. Mediante la prueba de significación de Tukey se puede concluir que estadísticamente las formulaciones S1, S2, S3 y S4 tienen diferencias altamente significativas al 5% y con respecto al tiempo de fermentación que son de 30, 60 y 90 minutos también existen diferencias altamente significativas al 5%. (Anexo 5).

4.5. Cálculo del cómputo químico (CQ)

Se calculó el cómputo químico de las diferentes formulaciones de harinas de trigo, quinua y tarwi, se usó como referencia el patrón de los aminoácidos esenciales de la FAO/OMS/UNU 1985 (mg. AA/g. Proteína). Los resultados se muestran en la tabla 45. Los valores obtenidos son cálculos teóricos, que se obtuvieron a partir de la composición de aminoácidos de la harina de trigo, quinua y tarwi, que se reportan en la bibliografía.

Callejo, (2002), menciona que las proteínas de la harina de trigo, como la mayoría de las proteínas vegetales, son deficientes en ciertos

aminoácidos esenciales, en particular en algunos aminoácidos esenciales como la lisina, seguido de la treonina, siendo estos los aminoácidos limitantes. Consumir harina de trigo con legumbres es muy aconsejable, porque las proteínas de las legumbres son ricas en lisina y pobres en aminoácidos azufrados, al contrario que los cereales que, aunque pobres en lisina, son ricos en aminoácidos azufrados, de esta manera estos granos se complementan.

Othon, (1996), afirma que en la harina de trigo, el primer aminoácido limitante es la lisina, seguido por la treonina. El trigo debe ser consumido junto con leguminosas, porque se incrementa el aporte proteico y la calidad de las proteínas; esto es debido a que el patrón de aminoácidos de las proteínas de las leguminosas complementa a de los cereales.

Además Repo-Carrasco, (1998), afirma que se pueden cambiar los cereales con las leguminosas, así compensar las deficiencias de ciertos aminoácidos esenciales: lisina y treonina en los cereales y en las leguminosas metionina y cistina. La recomendación del comité de FAO/OMS, es que el cómputo químico no debe ser menor del 70 % del patrón.

Según Jansen & Harper, (1985), el cómputo químico es considerado como un sustituto aceptable para las pruebas biológicas; sin embargo se debe tomar en cuenta la digestibilidad de las proteínas. Shoeneberger, (1980), reportó que una harina de tarwi cocida y desamargada con agua, posee 90.2% de digestibilidad. En nuestro caso, no se realizó ninguna prueba de digestibilidad, pero se puede asumir valores cercanos al mencionado.

En la tabla 45, se muestra el CQ de harina de trigo, harina de tarwi y harina de quinua, S1=(100:0:0), A=(0:100:0), B=(0:0:100), C=(80:0:20), S2=(80:5:15), S3(80:10:10), S4=(80:15:5) y D=(80:20:0), también se muestran los CQ para los distintos aminoácidos esenciales de las diferentes formulaciones.

En cuanto a la formulación S1, el cómputo químico de la lisina es 48.28 y la Treonina es de 85.29, lo que demuestra la fuerte deficiencia en lisina; pero la deficiencia en treonina no es tan pronunciado y además sobrepasa el límite mínimo del 70% recomendado por la FAO/OMS. En

cuanto a los demás aminoácidos esenciales, el CQ de la harina de trigo excede el 100%, siendo rico en los aminoácidos azufrados metionina + cisteína, con un CQ de 140, que es el más elevado, se demuestra que el principal aminoácido limitante de la harina de trigo es la lisina.

En cuanto a la formulación A, el CQ de la lisina es 98.28, de la metionina + cisteína es 92 y del triptófano es 81.82, siendo deficiente en estos aminoácidos; la deficiencia en aminoácidos azufrados, triptófano y lisina, no es tan pronunciado porque superan el 70% recomendado por la FAO/OMS.

En la formulación B, el CQ de la lisina es de 110.34, de la metionina + cisteína es 112 y del triptófano 81.82, se puede observar que la quinua es un alimento muy nutritivo y más completo en lo que respecta a aminoácidos,

Tabla 45: El cómputo químico (teórico) para las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi (%).

HARINA DE TRIGO (gramos)	100	0	0	80	80	80	80	80
HARINA DE TARWI (gramos)	0	100	0	0	5	10	15	20
HARINA DE QUINUA (gramos)	0	0	100	20	15	10	5	0
	Tratamientos							
	S1	A	B	C	S2	S3	S4	D
ISOLEUCINA	153.57	142.86	189.29	160.71	158.39	156.07	153.75	151.43
LEUCINA	101.52	106.06	95.45	100.30	100.83	101.36	101.89	102.42
LISINA	48.28	98.28	110.34	60.69	60.09	59.48	58.88	58.28
METIONINA+CISTEINA	140.00	92.00	112.00	134.40	133.40	132.40	131.40	130.40
FENILALANINA+TIROSINA	136.51	119.05	114.29	132.06	132.30	132.54	132.78	133.02
TREONINA	85.29	108.82	129.41	94.12	93.09	92.06	91.03	90.00
TRIPTÓFANO	109.09	81.82	81.82	103.64	103.64	103.64	103.64	103.64
VALINA	131.43	108.57	137.14	132.57	131.14	129.71	128.29	126.86
PROTEINA MEZCLA (g/100g)	13.74	49.04	9.05	12.802	14.80	16.801	18.80	20.8

4.6. Elaboración de las pastas alimenticias

Las pastas alimenticias fueron elaboradas según el flujo de operaciones mostrado en la figura 17 y la formulación descrita en la tabla 46. En cada tratamiento o formulación se utilizó 500 gramos de harina como peso base. Cada tratamiento o formulación fue realizada por triplicado, es decir con tres repeticiones.

4.6.1. Mezclado y amasado

Se mezcló por tres minutos aproximadamente para homogenizar bien las harinas de trigo, tarwi y quinua. Se encontró que conforme aumentaba la formulación que tenía más porcentaje de tarwi se requería de mayor tiempo de amasado. El tiempo de amasado fue de 18, 20, 22 y 24 minutos para la formulación S1, S2, S3 y S4.

Según Cerrate E. (1989), la cantidad de agua varía con la cantidad de harina o sémola, así como la cantidad de gluten. Vargas (1977), afirma que la absorción de agua depende de la naturaleza del material farináceo, la granulosis del material farináceo y de la cantidad y calidad del gluten; a mayor cantidad de gluten mayor absorción y a menor cantidad de gluten menor absorción de agua.

Para determinar la cantidad de agua necesaria a agregar se realizó pruebas de farinográficas. Por las pruebas farinográficas (tabla 38) se preveía que cada tipo de formulación iba a absorber más agua.

A diferencia de la masa panadera, la masa fideera es muy seca, Hosney (1991), señala que la humedad de la masa para obtener una adecuada textura final en los fideos, luego de ser laminado, es de 30-31%. Por lo tanto, para las pastas con harina de tarwi y quinua, se partió de estos valores y se determinó el porcentaje de agua para cada formulación; estos resultados se muestran en la tabla 46. Se trabajó sobre una base de 500 granos para cada formulación a partir del cual se calcularon las cantidades para la harina de trigo, harina de tarwi y harina de quinua y el tenor de agua.

Tabla 46: Cantidad de harina y agua para cada formulación.

CANTIDADES	FORMULACIONES			
	S1	S2	S3	S4
Harina de Trigo (g.)	500	400	400	400
Harina de Tarwi (g.)	0	25	50	75
Harina de Quinoa (g.)	0	75	50	25
Total de Mezcla (g.)	500	500	500	500
Agua (ml.)	191.8	201.6	213.25	218.14
% Agua	38.36	40.32	42.65	43.68
% Huevo	15	15	15	15
% Harina de Tarwi	0	5	10	15
% Harina de Quinoa	0	15	10	5

Se observa en la tabla 46, que las cantidades de agua aumentan conforme se incrementa el porcentaje de sustitución de harina de tarwi. Esto se explica por la disminución de la humedad de la humedad de las formulaciones al ir incrementándose la presencia de harina de tarwi y no por el incremento del gluten, porque al contrario el contenido de gluten disminuye conforme aumenta la el porcentaje de harina de tarwi y quinoa, ya que el porcentaje de gluten de la harina de tarwi y quinoa es mínimo.

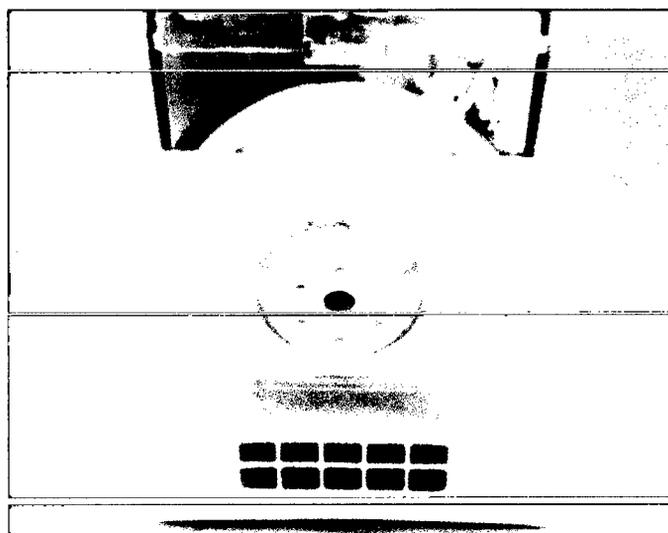


Figura 32: Mezelado y amasado de las formulaciones.

4.6.2. Laminado

La masa fue laminada de distintas formas como se observa en la figura 33. Se observó que los bordes de las láminas se agrietaban conforme aumentaba la sustitución de harina de tarwi debido a la pérdida de la fuerza y extensibilidad de la masa. (Tabla 41).

En esta etapa se pudo observar que las láminas y los tiempos de laminado de las pastas eran más difíciles de trabajar conforme aumenta el porcentaje de harina de tarwi y disminuye el porcentaje de harina de quinua porque no adquirían la consistencia y textura adecuada para ser cortados. Las pastas de la formulación S1 mantenían mejor su forma y longitud debido a que mayor % de harina de trigo aumentaba la cantidad de gluten y almidón.

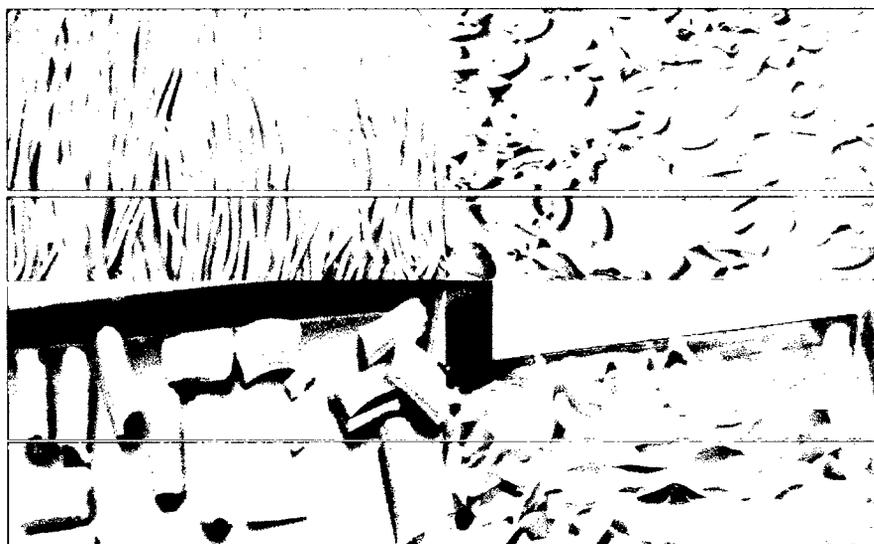


Figura 33: Laminado de las formulaciones.

4.6.3. Cortado

Esta etapa se realizó de forma manual con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable, es la etapa que dura menos tiempo. Se pudo observar que las pastas elaboradas con mayor porcentaje de harina de tarwi presentaban mayor coloración, siendo este más notorio en la formulación S4 (80% harina de trigo, 5% harina de quinua y 15% de harina de tarwi).

La longitud promedio de las pastas de forma de codos se cortaron de 1.5 cm. aproximadamente y las pastas de forma de tallarines se cortó de 15 cm. aproximadamente.

Según Segami (1980), la masa lista antes del cortado no debe ser demasiado seca ni húmeda ni compacta, para asegurarnos de esto, una de las formas es usar el tacto para presionar las láminas de tal manera que los dedos no se adhieran a las láminas, para esto debemos asegurarnos de agregar la cantidad correcta de agua que se menciona en la tabla 46.

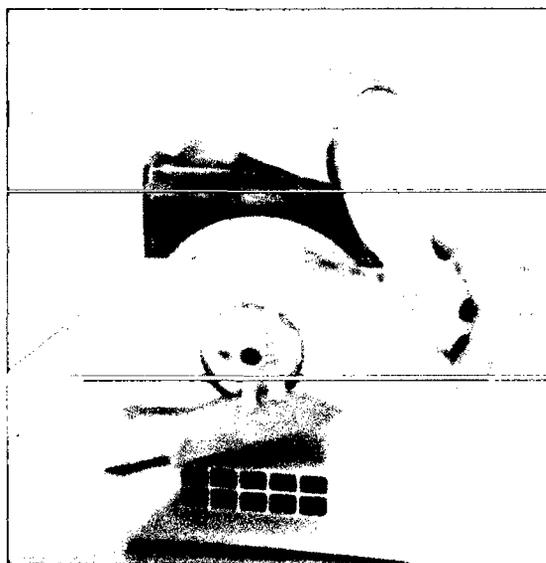


Figura 34: Cortado de las pastas.

4.6.4. Secado

Es la etapa más importante en la elaboración de las pastas. Es necesario tener en cuenta la humedad antes y después del secado, así como la temperatura, la humedad relativa y el tiempo de secado. El secado se realizó a una temperatura de 60°C por 5 horas, para cada formulación.

Las pastas después de secos presentaban una buena apariencia general, aunque se notó una ligera fragilidad al rompimiento en las formulaciones que contenían mayor porcentaje de harina de tarwi y menor porcentaje de harina de quinua.



Figura 35: Secado de las pastas.

4.6.5. Envasado

Luego de ser extraídas las pastas del secador de bandejas se enfriaron a temperatura ambiente durante 25 minutos para eliminar el calor restante. Luego se envasaron en bolsas de polipropileno de alta densidad. Se envaso en cantidades de 100 gramos de pastas para cada bolsa, luego se sellaron herméticamente para minimizar el contacto con el oxígeno del aire. Se prepararon muestras envasadas suficientes por cada tratamiento y por triplicado para realizar los análisis necesarios.



Figura 36: Envasado de las pastas.

4.6.6. Almacenamiento

Las pastas alimenticias fueron almacenadas en condiciones extremas durante un mes en una estufa a 45°C y 65% de humedad relativa (Figura 37). La temperatura se programó en la estufa y para obtener la humedad relativa necesaria se le acondiciono y con la ayuda del Sensor de Humedad Relativa se logró observar el comportamiento de la gráfica (Figura 38).

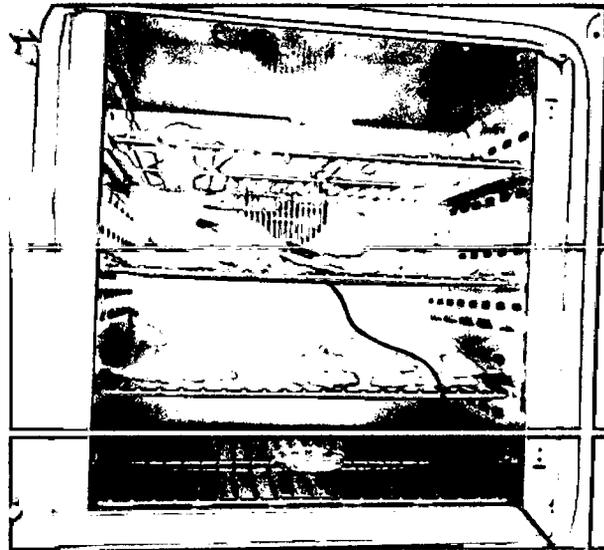


Figura 37: Almacenamiento de las pastas.

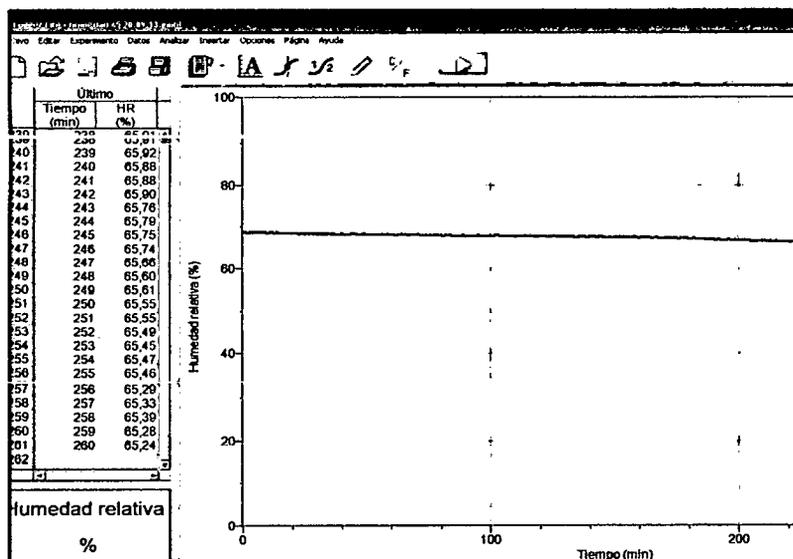


Figura 38: Almacenamiento de las pastas.

4.7. Evaluación de los fideos

4.7.1. Análisis físico-químico

A) Humedad

En la tabla 47 y en la figura 39, se muestran los resultados de los análisis de humedad de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi. Al inicio del almacenamiento las pastas alimenticias presento una humedad baja, S1=8.27±0.03%, S2=7.48±0.03%, S3=6.84±0.05% y S4=6.36±0.02%. Paulatinamente este valor fue incrementando a medida que avanzaban los días de almacenamiento, hasta llegar al máximo de S1=8.79±0.06%, S2=7.93±0.11%, S3=7.28±0.03% y S4=6.70±0.02% a los 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR). Al final del almacenamiento de las pastas presentaron una humedad inferior al límite máximo (15%) de humedad permitido por la N.T.P.206.010-2011.

Las bajas humedades presentadas por las pastas almacenadas es señal de la reducida humedad de la harina de tarwi y de las condiciones de secado de las pastas, esto corroborado por (Sánchez et. al. 2009).

Tabla 47: Humedad de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).

Tiempo (Días)	% HUMEDAD			
	S1	S2	S3	S4
0	8.27±0.03	7.48±0.03	6.84±0.05	6.36±0.02
10	8.37±0.03	7.65±0.05	7.01±0.09	6.48±0.03
20	8.55±0.09	7.78±0.04	7.22±0.04	6.58±0.05
30	8.79±0.06	7.93±0.11	7.28±0.03	6.70±0.02

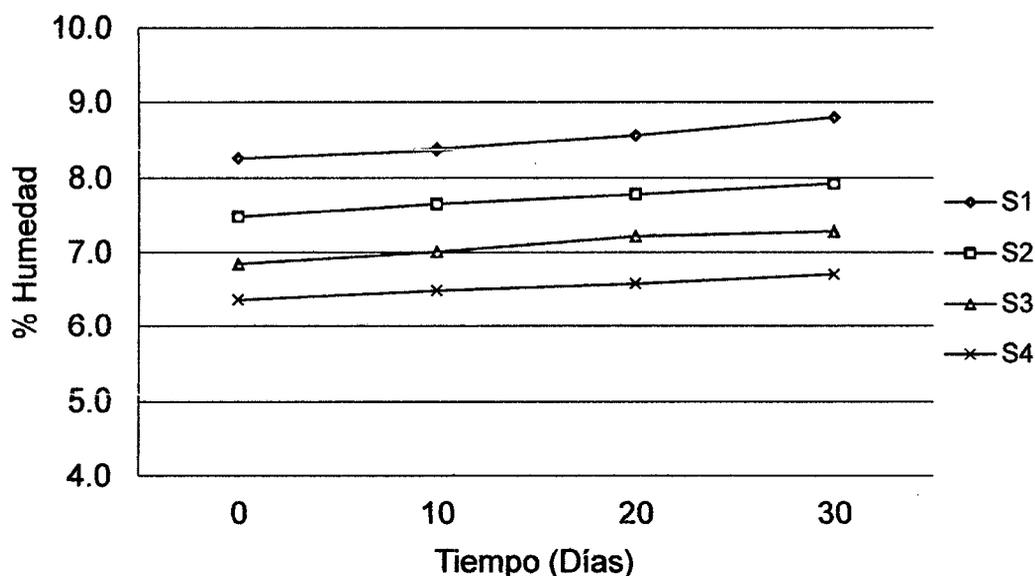


Figura 39: Variación de la humedad de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).

Esto significa que a condiciones normales de almacenamiento, la humedad de los fideos se mantendría en niveles normales, serian aptos para consumo humano y cumpliría con los requisitos de las N.T.P. en cuando a la humedad de las pastas. Según (Iberfluid. 2012) Después de procesar la masa, el contenido de humedad es del 30% (dependiendo del tipo de masa y de la forma adoptada). Se considera que la pasta está seca cuando internamente tiene un contenido de humedad igual o inferior al 12,5% y está en equilibrio con el ambiente que le rodea. Eso significa que para conservarse correctamente debe mantenerse seca y estable, de manera que la humedad interior se mantenga constante.

a) Análisis estadístico

Tabla 48: ANVA. Humedad (%).

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	26,941 ^a	15	1,796	605,413	0,000
Intersección	2667,995	1	2667,995	899324,295	0,000
F	25,572	3	8,524	2873,254	0,000
T	1,308	3	0,436	147,016	0,000
F * t	0,060	9	0,007	2,264	0,043
Error	0,095	32	0,003		
Total	2695,031	48			
Total corregida	27,036	47			

La humedad de pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi a los 0 y 30 días no presenta variación significativa

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones aplicadas en la elaboración de pastas, con respecto del análisis de % humedad, al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación de Tukey se puede concluir que estadísticamente las formulaciones S1, S2, S3, y S4 tienen diferencias altamente significativas al 5% (Anexo 03).

B) Proteína

En la tabla 49 y la figura 40, se muestran los resultados de los análisis de proteína de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi. Se observa que a medida que aumentaban las proporciones de quinua y tarwi aumentan su contenido de proteína, S1=14.02%, S2=16.25%, S3=18.06% y S4=20.36%. Esto debido que la harina de tarwi contiene alto contenido de proteína 49.04.

Según (Sánchez et. al. 2009), hace referencia que los fideos sustituidos al 20 % con harina de tarwi contiene 21.18% de

proteína, lo que demuestra que a mayor % de tarwi en las formulaciones aumenta su contenido de proteína.

Durante el almacenamiento de las pastas alimenticias en condiciones aceleradas (45 °C, 65%HR). Se puede observar una ligera disminución en el porcentaje de proteína, S1=14.00%, S2=16.22%, S3=18.03% y S4=20.33%. Esto debido a que existen variaciones de pH, acidez, humedad, etc. Según (Badui et al., 2006). La aplicación de calor es uno de los agentes desnaturalizantes que se utilizan con mayor frecuencia en alimentos ya que facilita la digestión de las proteínas, y logra desnaturalizar los inhibidores de proteasas que frecuentemente se hallan en alimentos basados en proteínas de leguminosa. Un cambio en el pH del ambiente natural o fisiológico de las proteínas puede acarrear modificaciones importantes en su conformación debido a cambios en la ionización de las cadenas laterales cargadas porque se afecta el número de los puentes salinos que estabilizan la estructura nativa.

Según Callejo (2002), sostiene que la importancia de la calidad, son la calidad y cantidad de proteínas, que caracterizan el gluten, los factores que tienen el papel más destacado en la calidad de las pastas. Esta se manifiesta en la tenacidad, la elasticidad y la cocción. El tipo o la calidad de las proteínas parece ser el factor de mayor importancia en la calidad de la pasta.

Tabla 49: Proteína de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).

Tiempo (Días)	% PROTEÍNA			
	S1	S2	S3	S4
0	14.02	16.25	18.06	20.36
30	14.00	16.22	18.03	20.33

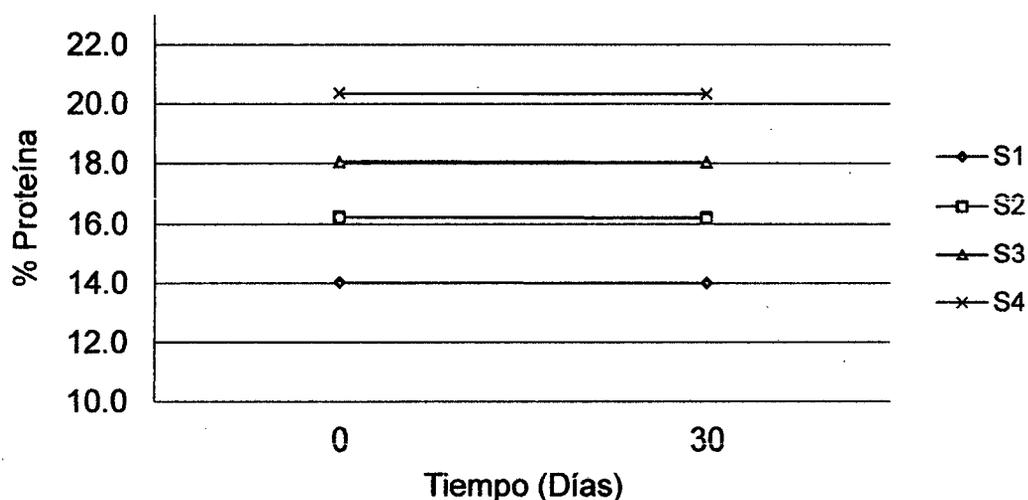


Figura 40: Variación de la proteína de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).

a) Análisis estadístico

Tabla 50: ANVA. Proteína (%).

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Formulación	43,411	3	14,470	1157630,349	0,000
Días	0,002	1	0,002	121,000	0,930
Error	0,000	3	0,000		
Total	43,413	7			

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones y no existen diferencias significativas con respecto a los días de almacenamiento, aplicados en la elaboración de pastas alimenticias enriquecidas con harina de tarwi y quinua, con respecto al análisis de proteína, al 5% de significancia. (Anexo 11)

C) Grasa

En la tabla 51 y la figura 41, se muestran los resultados de los análisis realizados a las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, almacenadas en condiciones aceleradas. El contenido de grasa en las pastas aumenta a medida que se agrega harina de quinua y tarwi, $S1=1.24\pm0.12\%$, $S2=2.24\pm0.03\%$, $S3=3.23\pm0.23\%$ y $S4=4.26\pm0.08\%$, esto debido a que la harina de tarwi $27.32\pm0.25\%$. Según Sánchez et al. (2009), sustituyó la harina de trigo por harina de tarwi en la calidad de los fideos y obtuvo 2.14 % de grasa, esto sustituido en 20 % con harina de tarwi.

Durante el almacenamiento de las pastas alimenticias en condiciones aceleradas por 30 días no existen diferencias significativas en la evaluación del contenido de grasa. El contenido de grasa en las pastas alimenticias a medida que pasan los días sufren transformaciones químicas conocidas como rancidez y por ende alteran el producto. Según Badui (2006), sostiene que los aceites sufren transformaciones químicas, conocidas comúnmente como rancidez, que además de reducir su valor nutritivo, producen compuestos volátiles que imparten olores y sabores desagradables; estas transformaciones se han dividido en dos grupos: la lipólisis o rancidez hidrolítica y la autoxidación o rancidez oxidativa; sin embargo, existe una tercera, la reversión, que tiene menor relevancia que las dos anteriores.

Según Tapia (1990) y Collazos (1993), obtuvieron una harina con 27.0% de lípidos en la harina de tarwi, y considera que el aceite de tarwi, el principal ácido graso es el oleico, seguido por el linoleico, con bajo contenido de ácido linolénico, causante de la inestabilidad del aceite por el peligro de rancidez, dando mayor estabilidad al aceite. Por lo tanto, hay menos peligro de rancidez en los fideos secos elaborados a partir de harina de trigo con harina de tarwi desamargado sin cascara

Tabla 51: Grasa de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).

Tiempo (Días)	% GRASA			
	S1	S2	S3	S4
0	1.24±0.12	2.24±0.03	3.23±0.23	4.26±0.08
10	1.24±0.08	2.23±0.23	3.23±0.06	4.21±0.07
20	1.22±0.08	2.16±0.09	3.26±0.10	4.33±0.12
30	1.23±0.08	2.23±0.11	3.24±0.05	4.28±0.07

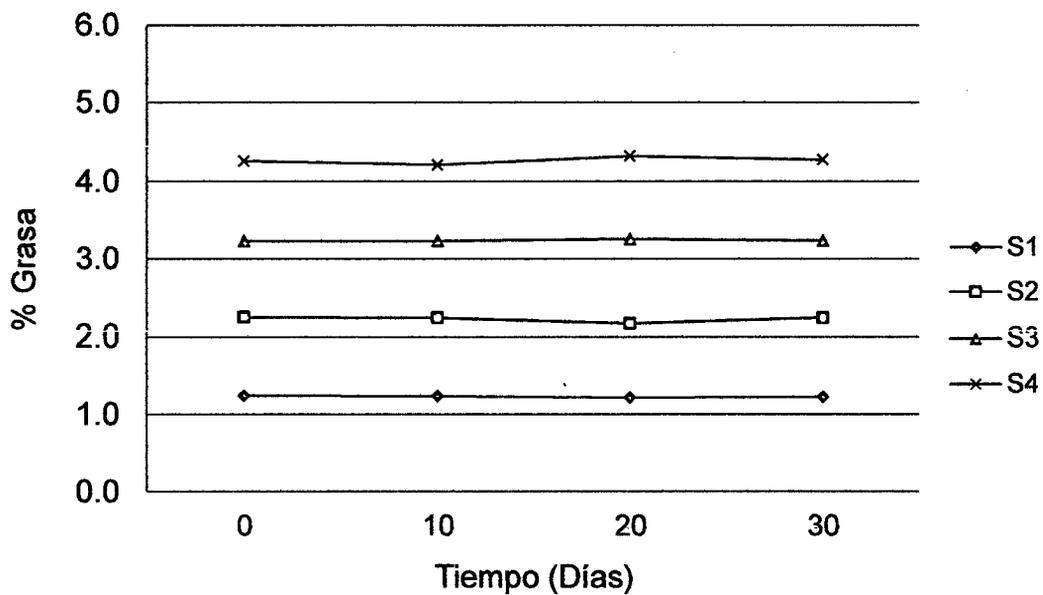


Figura 41: Variación del contenido de grasa de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65% H.R.).

a) Análisis estadístico

Tabla 52: ANVA. Grasa (%).

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	61,872 ^a	15	4,125	325,996	0,000
Intersección	360,055	1	360,055	28456,132	0,000
F	61,837	3	20,612	1629,045	0,000
T	0,002	3	0,001	0,049	0,986
F * t	0,034	9	0,004	0,295	0,971
Error	0,405	32	0,013		
Total	422,332	48			
Total corregida	62,277	47			

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones, y no existen diferencias significativas entre los días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de grasa, al 5% de significancia. . (Anexo 11).

D) Ceniza

En la tabla 53 y la figura 42, se muestran los resultados de los análisis realizados a las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi; como se observa el contenido de ceniza aumenta a medida de se agrega harina de quinua y tarwi, $S1=0.404\pm0.005\%$, $S2=0.694\pm0.002\%$, $S3=0.646\pm0.004\%$ y $S4=0.597\pm0.001\%$, se debe a que la harina de quinua contiene $2.44\pm0.05\%$ de ceniza y la harina de tarwi $2.85\pm0.04\%$.

Según Elizalde et al. (2010), elaboraron pastas alimenticias enriquecidas a partir de harina de quinua y zanahoria, encontraron 0.56 % de ceniza. Pero Sánchez et al. (2009), sustituyo la harina de trigo por harina de tarwi en la calidad de los fideos y obtuvo 0.44% de ceniza, esto sustituido en 20 %

con harina de tarwi. Concluyendo que al agregar harina de quinua y tarwi en la elaboración de pastas alimenticias aumenta la cantidad de ceniza.

Tabla 53: Ceniza de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).

Tiempo (Días)	% CENIZA			
	S1	S2	S3	S4
0	0.404±0.005	0.694±0.002	0.646±0.004	0.597±0.001
10	0.402±0.004	0.695±0.001	0.641±0.002	0.599±0.005
20	0.404±0.003	0.691±0.003	0.642±0.002	0.596±0.001
30	0.404±0.005	0.694±0.003	0.645±0.004	0.597±0.001

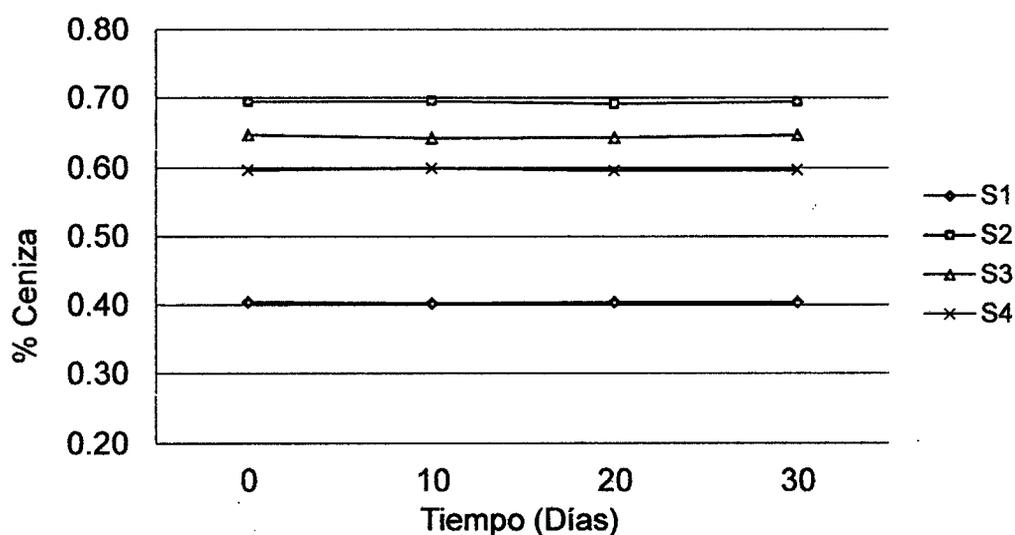


Figura 42: Variación del contenido de ceniza de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).

a) Análisis estadístico

Tabla 54: ANVA. Cenizas (%).

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,581 ^a	15	0,039	3695,196	0,000
Intersección	16,402	1	16,402	1564912,504	0,000
F	0,581	3	0,194	18472,389	0,000
T	3,282E-5	3	1,094E-5	1,044	0,387
F * t	8,008E-5	9	8,898E-6	0,849	0,578
Error	0,000	32	1,048E-5		
Total	16,984	48			
Total corregida	0,581	47			

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones, y no existen diferencias significativas los días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de ceniza, al 5% de significancia. (Anexo 11).

E) Fibra

Este análisis se realizó debido al elevado contenido de fibra en la harina de quinua $3.11 \pm 0.03\%$ y en harina de tarwi $2.94 \pm 0.05\%$. En la tabla 55 y la figura 43, se muestran los análisis realizados a las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi almacenados en condiciones aceleradas. En las formulaciones S2 y S3, se muestran mayor el porcentaje de fibra, debido a que contiene más harina de quinua. Pero Elizalde et al. (2010), elaboraron pastas alimenticias enriquecidas a partir de harina de quinua y zanahoria, y reportaron un valor de 3.38% de fibra.

El contenido de fibra en un alimento esencial en la dieta del ser humano esto, La fibra dietética presenta muchas cualidades

funcionales, entre ellas la habilidad de captar agua, y algunas reducen el contenido de glucosa en sangre, esto corroborado por Badui (2006), La importancia de la fibra en la dieta fue puesta de manifiesto en la década de los setenta; a raíz de esto se han efectuado muchos estudios que relacionan la ausencia de fibra con diversos problemas de salud, tales como constipación, diverticulosis, colitis, hemorroides, cáncer en el colon y en el recto, diabetes *mellitus*, aterosclerosis y otros. Su función principal es que tiene la capacidad de hincharse al absorber agua y, por lo tanto, de aumentar el volumen de la materia fecal; esto provoca un incremento en los movimientos peristálticos del intestino y facilita el tránsito, la distensión intestinal y, consecuentemente, la defecación; es decir, su acción primaria se lleva a cabo precisamente en el colon del ser humano.

Tabla 55: Fibra de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).

Tiempo (Días)	% FIBRA			
	S1	S2	S3	S4
0	1.449±0.022	2.231±0.005	2.163±0.004	2.053±0.006
10	1.457±0.006	2.237±0.013	2.160±0.005	2.050±0.011
20	1.452±0.002	2.235±0.011	2.157±0.002	2.049±0.006
30	1.453±0.009	2.234±0.004	2.164±0.008	2.053±0.001

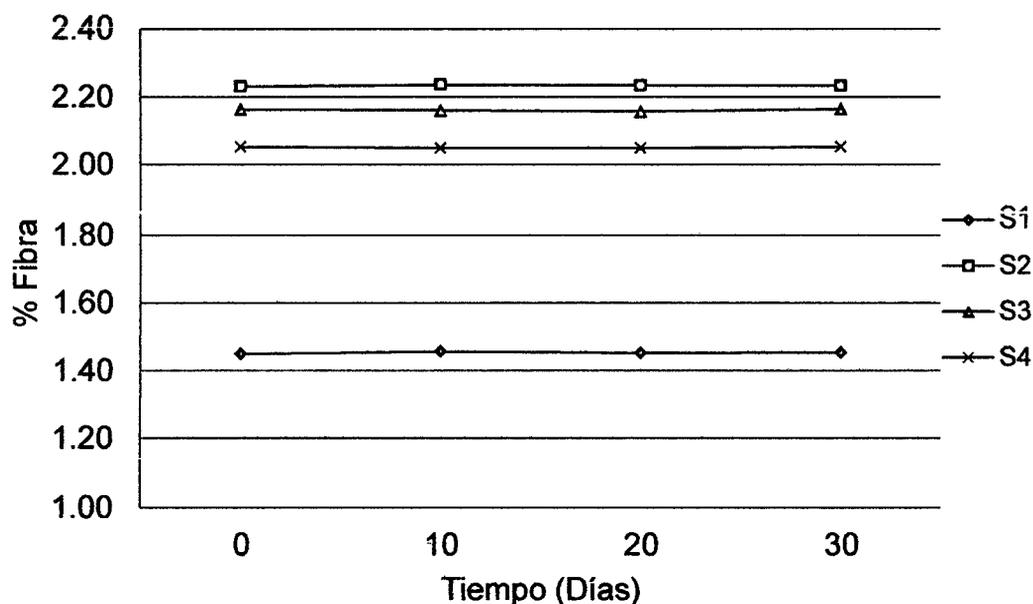


Figura 43: Variación del contenido de fibra de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).

a) Análisis estadístico

Tabla 56: ANVA. Fibra (%).

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	4,563 ^a	15	,304	4019,305	0,000
Intersección	187,188	1	187,188	2473388,890	0,000
F	4,563	3	1,521	20095,365	0,000
T	7,201E-5	3	2,400E-5	0,317	0,813
F * t	0,000	9	2,132E-5	0,282	0,975
Error	0,002	32	7,568E-5		
Total	191,753	48			
Total corregida	4,565	47			

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones, y no existen diferencias significativas entre los días de almacenamiento de las pastas y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de fibra, al 5% de significancia. (Anexo 11).

F) Carbohidratos:

En la tabla 57 y la figura 44, se presentan la variación en almacenamiento de carbohidratos de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi.

Al inicio del almacenamiento el contenido de carbohidratos de las pastas alimenticias eran de, S1=74.62%, S2=71.11%, S3=69.06%, S4=66.37%. Paulatinamente estos valores fueron disminuyendo a medida que avanzaban los días de almacenamiento, pero estadísticamente no existe significancia entre los días de almacenamiento.

Tabla 57: Carbohidratos de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).

Tiempo (Días)	% CARBOHIDRATOS			
	S1	S2	S3	S4
0	74.62	71.11	69.06	66.37
30	74.12	70.70	68.64	66.03

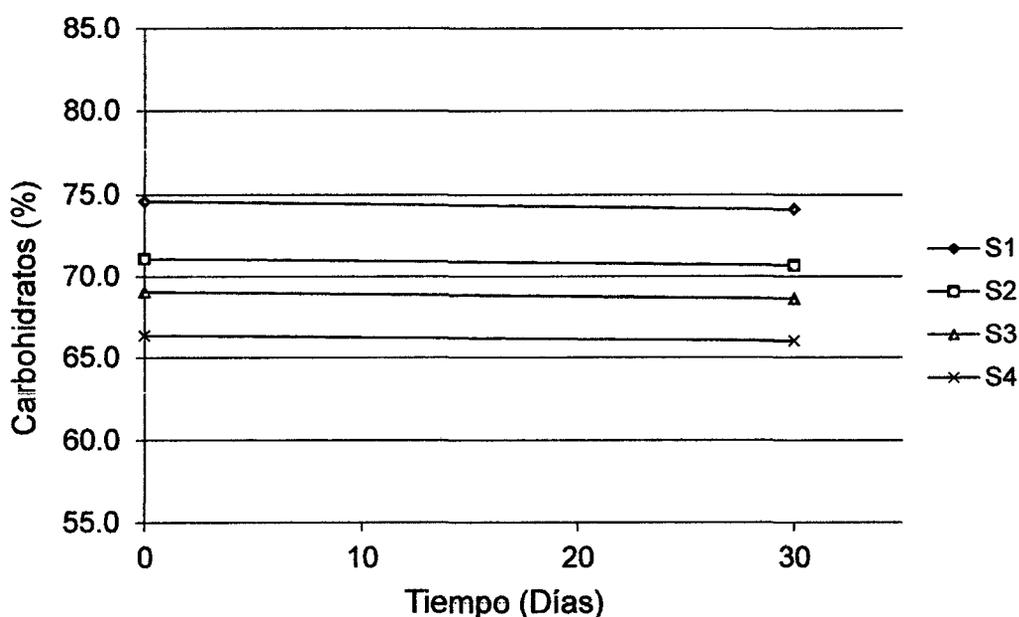


Figura 44: Variación del % de carbohidrato de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65% H.R.).

La estructura química de los carbohidratos determina su funcionalidad y características, mismas que repercuten de diferentes maneras en los alimentos, principalmente en el sabor, la viscosidad, la estructura y el color. Es decir, las propiedades de los alimentos, tanto naturales como procesados, dependen del tipo de carbohidrato que contienen y de las reacciones en que éstos intervienen.

Según Badui (2006), sostiene que, tanto la amilosa como la amilopectina influyen de manera determinante en las propiedades sensoriales y reológicas de los alimentos, principalmente mediante su capacidad de hidratación y gelatinización.

a) Análisis estadístico

Tabla 58: ANVA. Carbohidratos (%).

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Formulación	71,304	3	23,768	11076,355	0,000
Días	0,349	1	0,349	162,460	0,082
Error	0,006	3	0.002		
Total	71,659	7			

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones, pero no existen diferencias significativas entre los días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de carbohidrato, al 5% de significancia.

G) Color:

1. Luminosidad de las pastas alimenticias

La luminosidad de las pastas alimenticias enriquecida con harina de quinua y tarwi, Conforme a la tabla 59, las pastas alimenticias al inicio del almacenamiento presentaron valores de luminosidad de $S1=92.80\pm0.12$, $S2=91.71\pm0.14$, $S3=90.84\pm0.11$ y $S4=89.81\pm0.07$, teniendo en cuenta la escala de 0 (negro) y 100 (blanco), en la formulación S4 de puede notar menor luminosidad, esto debido que contiene mayor harina de tarwi. A los 30 días de almacenamiento la luminosidad de las pastas fueron disminuyendo a $S1=92.07\pm0.05$, $S2=90.79\pm0.06$, $S3=89.75\pm0.15$ y $S4=88.82\pm0.10$.

Las pastas alimenticias almacenadas en condiciones aceleradas presentaron un oscurecimiento a medida de pasaban los días de almacenamiento. Según Hernández et al. (2009), afirman que la disminución de los valores de luminosidad indica un mayor pardeamiento en el producto.

Tabla 59: Luminosidad (L) de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).

Tiempo (Días)	Luminosidad (L)			
	S1	S2	S3	S4
0	92.80±0.12	91.71±0.14	90.84±0.11	89.81±0.07
10	92.66±0.12	91.68±0.13	90.61±0.05	89.61±0.07
20	92.30±0.06	91.15±0.12	90.21±0.08	89.23±0.13
30	92.07±0.05	90.79±0.06	89.75±0.15	88.82±0.10

Según Echenique et al. (2009), menciona que el color amarillo en la pastas puede lograrse también por agregado de otras sustancias. La incorporación de yemas de huevo a la sémola, agregado de azafrán, β -caroteno natural o de

síntesis, rocú o cúrcuma. Sin embargo, el color amarillo puede incrementarse a través del mejoramiento genético.

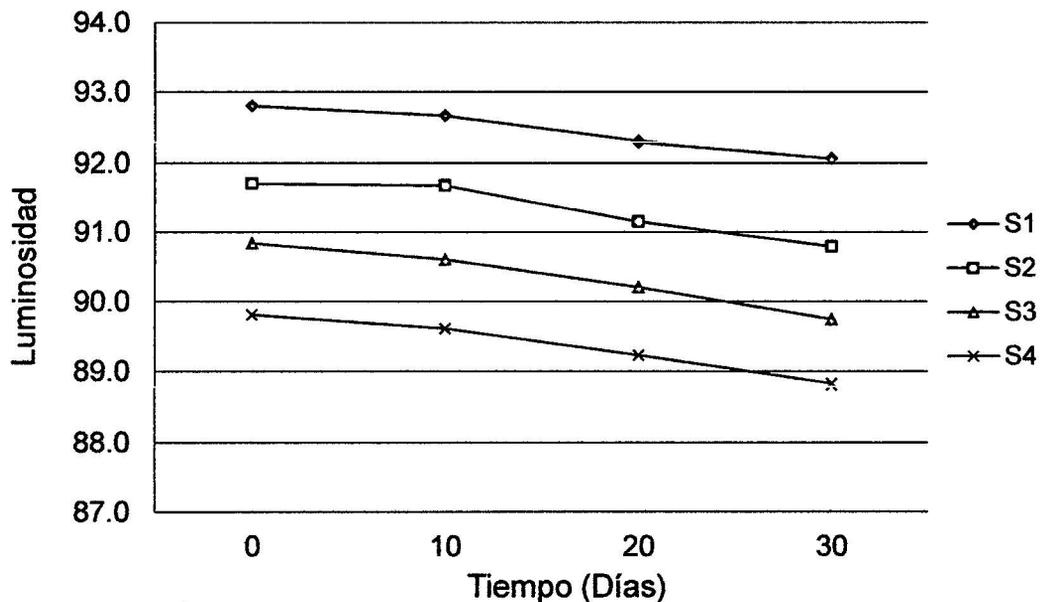


Figura 45: Variación de la luminosidad (L) de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).

a) Análisis estadístico

Tabla 60: ANVA. Luminosidad (L)

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	69,524 ^a	15	4,635	445,401	0,000
Intersección	396416,743	1	396416,743	38094101,406	0,000
F	62,977	3	20,992	2017,286	0,000
T	6,398	3	2,133	204,931	0,000
F * t	0,150	9	0,017	1,596	0,158
Error	0,333	32	0,010		
Total	396486,600	48			
Total corregida	69,857	47			

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones y los días y no existen diferencias significativas entre formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis del color-luminosidad, al 5% de significancia.

2. Cromacidad de las pastas alimenticias

En la tabla 61 y el la figura 46, se muestran la diferencia de croma de las pastas alimenticias, en general, la evolución de la diferencia de croma ha seguido una trayectoria similar a la que se ha descrito para la luminosidad.

De acuerdo a lo observado en los resultados vamos a obtener mayor grados de cromacidad cuando incorporemos (harina de quinua y harina de tarwi).

Tabla 61: Cromacidad (C) de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).

Tiempo (Días)	Cromacidad (C)			
	S1	S2	S3	S4
0	19.26±1.16	22.50±0.57	21.12±2.11	22.92±2.66
10	19.35±1.00	22.69±0.50	20.84±1.95	22.57±2.53
20	19.20±0.88	22.85±0.95	20.93±1.88	22.45±2.62
30	19.16±1.01	22.74±0.88	21.02±2.05	22.43±2.53

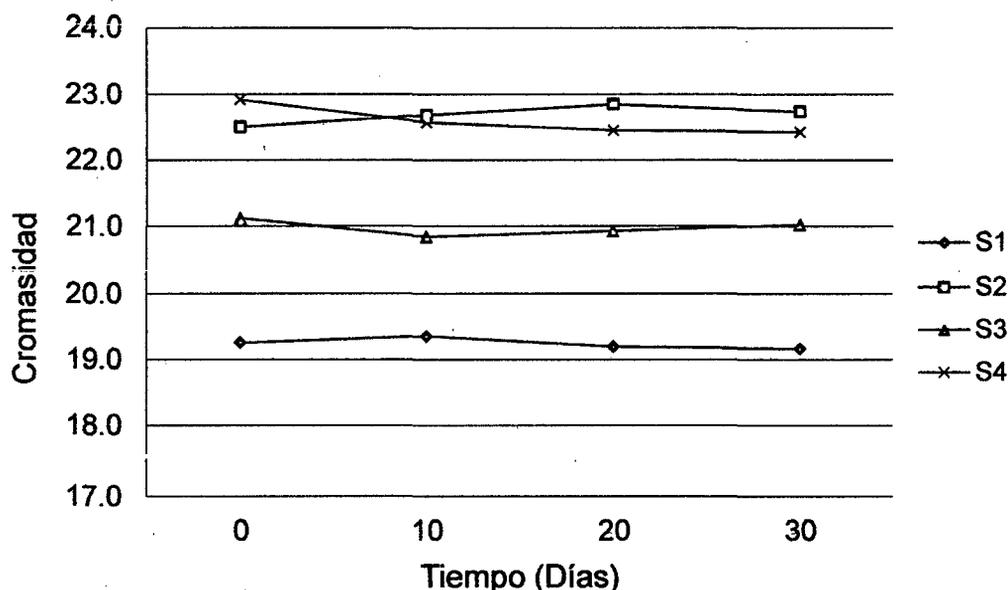


Figura 46: Variación de la cromacidad (C) de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).

a) Análisis estadístico

Tabla 62: ANVA. Cromacidad (C)

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	96,007 ^a	15	6,400	2,087	0,040
Intersección	21932,888	1	21932,888	7151,538	0,000
F	95,161	3	31,720	10,343	0,000
T	0,090	3	0,030	0,010	0,999
F * t	0,757	9	0,084	0,027	1,000
Error	98,140	32	3,067		
Total	22127,035	48			
Total corregida	194,147	47			

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones, y no existen diferencias significativas entre los días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de color-cromacidad, al 5% de significancia.

3. Ángulo de tonalidad (H) de las pastas alimenticias

El parámetro cromacidad (C), es el atributo que permite la determinación del grado de diferencia en comparación a un color gris con la misma luminosidad para cada ángulo de matiz o tonalidad, por lo que representa el atributo cuantitativo de la pureza o saturación del color. El parámetro (H) es el atributo de acuerdo al cual los colores se han definido tradicionalmente como rojizos, verdosos, amarillos, etc.

Tabla 63: Color- Ángulo de tonalidad de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).

Tiempo (Días)	ÁNGULO DE TONALIDAD (H)			
	S1	S2	S3	S4
0	89.21±1.01	86.98±0.46	87.84±1.49	88.20±1.77
10	89.16±1.08	87.88±0.81	88.09±1.26	88.49±1.14
20	88.80±1.17	88.23±1.03	87.96±1.06	88.52±1.01
30	88.76±0.18	88.26±0.88	88.42±0.81	88.64±1.10

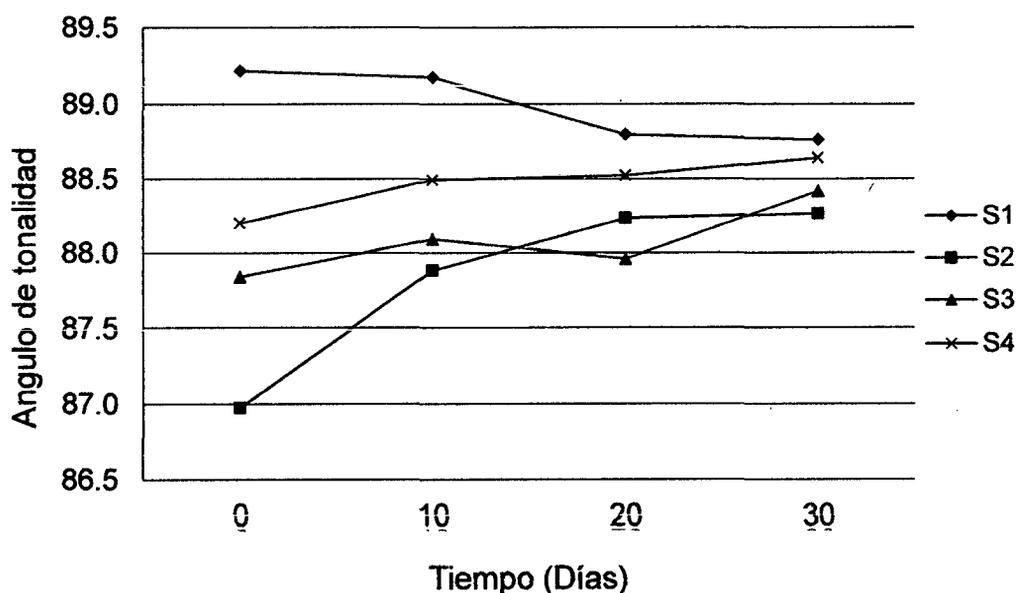


Figura 47: Variación del ángulo de tonalidad de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65% H.R.).

Este es el atributo que permite a un color distinguirse con referencia a un color gris con la misma luminosidad, y está relacionado a la absorbancia a diferentes longitudes de onda y se considera el atributo cualitativo del color (Meléndez-Martínez et al., 2003).

a) Análisis estadístico

Tabla 64: ANVA. Angulo de tonalidad.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	13,605 ^a	15	,907	,784	0,685
Intersección	374598,703	1	374598,703	323692,640	0,000
F	8,988	3	2,996	2,589	0,070
t	1,429	3	0,476	0,412	0,746
F * t	3,187	9	0,354	0,306	0,967
Error	37,033	32	1,157		
Total	374649,340	48			
Total corregida	50,637	47			

Se ha establecido que no existen diferencias significativas entre las formulaciones, días y formulaciones - días aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de color-ángulo de tonalidad, al 5% de significancia.

H) Índice de peróxidos

Este análisis se realizó debido al elevado contenido de grasa de la harina de tarwi, que podría oxidarse en las pastas generando problemas en la salud del consumidor.

En la tabla 65 y en la figura 48, se muestran los resultados del análisis del índice de peróxido de las pastas alimenticias, almacenados en condiciones aceleradas. El índice de peróxido se expresa en mEqO_2/Kg . de grasa, siendo permitido contener como máximo hasta $5 \text{ mEqO}_2/\text{Kg}$. de grasa para este tipo de alimento, como lo indica la N.T.P.206.001-1981, (Resisado el 2011).

A los 0 días de almacenamiento en condiciones aceleradas de las pastas alimenticias enriquecidos con harina de quinua y tarwi, presentaron un índice de peróxido de; $S1=1.06\pm 0.034 \text{ mEqO}_2/\text{Kg}$. de grasa, $S2=1.27\pm 0.007 \text{ mEqO}_2/\text{Kg}$. de grasa, $S3=1.55\pm 0.019 \text{ mEqO}_2/\text{Kg}$. de grasa y $S4=1.84\pm 0.042 \text{ mEqO}_2/\text{Kg}$. de grasa, a medida que aumentaba el tiempo de almacenamiento, el índice de peróxido de las pastas alimenticias se incrementan, a los 30 días de almacenamiento se obtuvieron un índice de peróxido de; $S1=2.35\pm 0.095 \text{ mEqO}_2/\text{Kg}$. de grasa, $S2=2.58\pm 0.035 \text{ mEqO}_2/\text{Kg}$. de grasa, $S3=2.84\pm 0.036 \text{ mEqO}_2/\text{Kg}$. de grasa y $S4=3.17\pm 0.036 \text{ mEqO}_2/\text{Kg}$. de grasa.

En general, a pesar de las condiciones extremas de almacenamiento, las pastas no sobrepasó los límites máximos permitidos $5 \text{ mEqO}_2/\text{Kg}$. de grasa. Los bajos valores de mEqO_2/Kg . de grasa, indican que el contenido de grasa en las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, no es suficiente para generar una rancidez oxidativa peligrosa que implique problemas de salud para el consumidor.

Tabla 65: Índice de peróxido de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).

Tiempo (Días)	ÍNDICE DE PERÓXIDO (mEqO ₂ /Kg. de grasa)			
	S1	S2	S3	S4
0	1.06±0.034	1.27±0.007	1.55±0.019	1.84±0.042
10	1.44±0.015	1.86±0.021	2.04±0.025	2.46±0.013
20	1.94±0.004	2.13±0.004	2.43±0.013	2.83±0.049
30	2.35±0.095	2.58±0.035	2.84±0.036	3.17±0.036

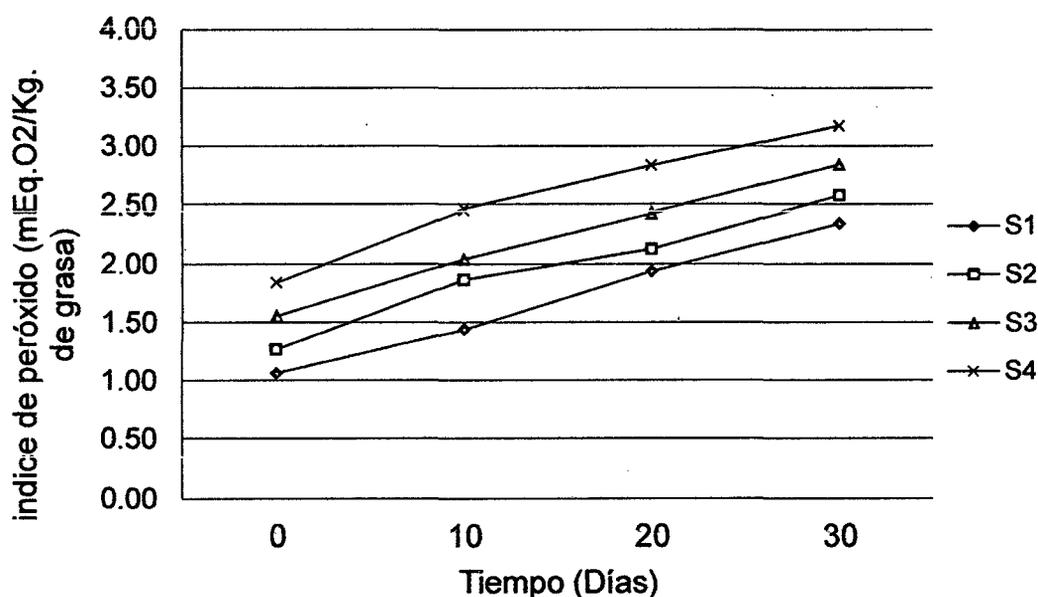


Figura 48: Variación del índice de peróxido de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65% H.R.).

Según Schmidt-Hebbel (1981), los valores de índice de peróxido de hasta 5 mEqO₂/Kg. de grasa corresponden a una grasa fresca y conforme aumenta en tiempo de almacenamiento, el índice de peróxido se incrementa. Pero Succar (1977), elaboró fideos con harina de ñelen+20% de soya, obteniendo un contenido graso de 4.04% y un índice de peróxido al inicio de 1.26 mEqO₂/Kg. de grasa. Sánchez et. al (2009) elaboro fideos sustituido al 20 % con harina de tarwi,

obtuvo al inicio del almacenamiento un índice de peróxido de 1.84 mEqO₂/Kg. de grasa, y a los 30 días de almacenamiento en condiciones extremas un índice de peróxido de 3.04 mEqO₂/Kg. de grasa, manifiesta que el contenido de grasa en el fideos sustituidos a 20% no es suficiente para generar una rancidez oxidativa y por ende no implica problemas de salud.

a) Análisis estadístico

Tabla 66: ANVA. Índice de peróxido.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	16,287 ^a	15	1,086	859,630	0,000
Intersección	214,194	1	214,194	169574,763	0,000
F	5,097	3	1,699	1345,039	0,000
T	11,107	3	3,702	2930,972	0,000
F * t	0,084	9	0,009	7,380	0,000
Error	0,040	32	0,001		
Total	230,521	48			
Total corregida	16,328	47			

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones, días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de índice de peróxido, al 5% de significancia.

I) Acidez y pH

En la tabla 67 y en la figura 49, se presentan la variación en almacenamiento de acidez Titulable y el pH de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi. El porcentaje de acidez esta expresado en Meq-ácido láctico y sobre la base de 15 % de humedad de las pastas alimenticias.

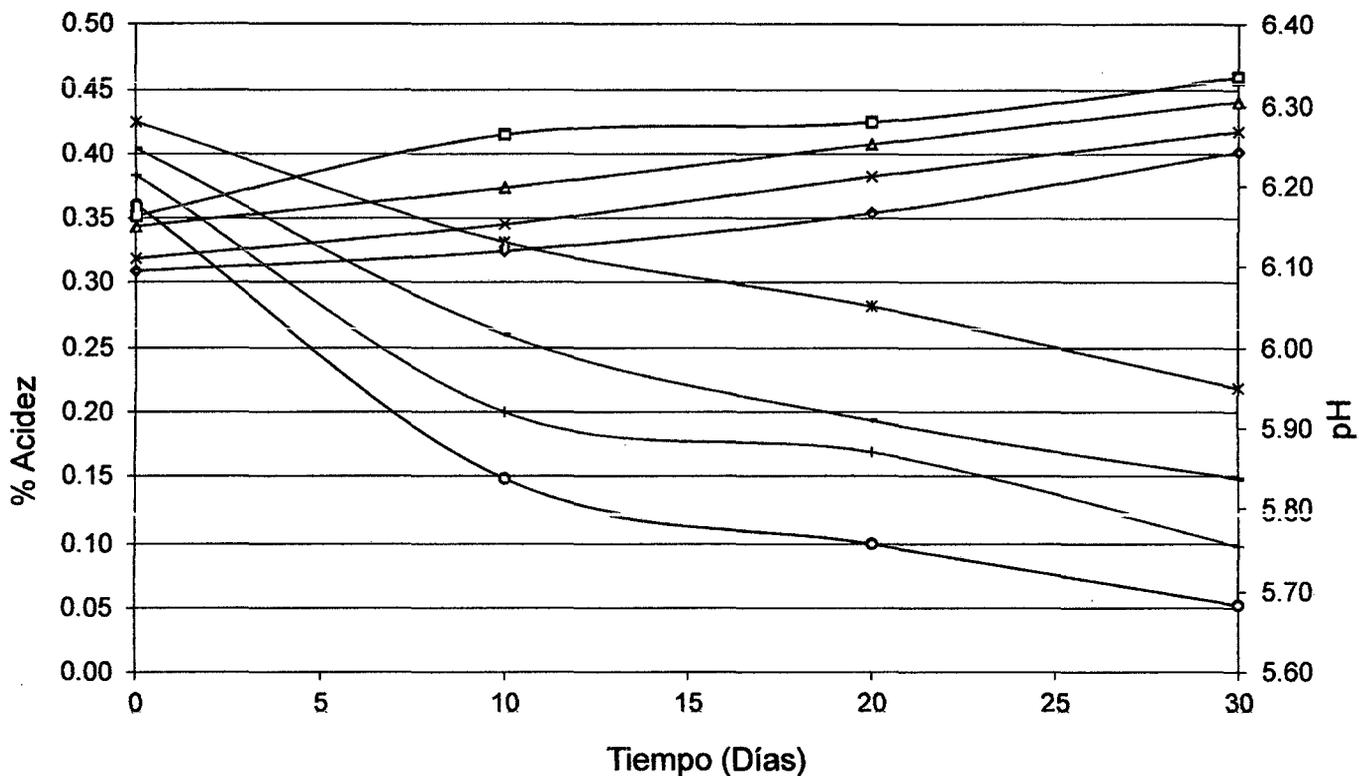
Al inicio del almacenamiento las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, presentaron una acidez de S1=0.31±005%, S2=0.35±007%, S3=0.34±006% y S4=0.32±005%. Se observa que S2 y S3 contienen mayor porcentaje de acidez, esto a que contienen mayor porcentaje de quinua.

Las pastas alimenticias a medida de avanzaban los días de almacenamiento el porcentaje de acidez aumentaban, dando como resultado S1=0.40±003%, S2=0.46±003%, S3=0.44±006% y S4=0.42±004%. Se observa la formulación S2 presento una acidez titulable superior al límite máximo de 0.45% de acidez titulable permitido por la NTP 206.010. 1981. (Revisada el 2011). Por lo tanto no cumple con el requisito de las normas técnicas nacionales en cuanto a la acidez titulable de las pastas.

El pH de las pastas alimenticias como se observa en la tabla 67 y la figura 49, disminuyen con el pasar de los días; por ejemplo S1=6.28±0.01, disminuye a S1=5.95±0.01. La acidez de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi se presentan inversamente proporcional al pH.

Tabla 67: Acidez y pH de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).

Tiempo (Días)	Acidez (%)				pH			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
0	0.31±005	0.35±007	0.34±006	0.32±005	6.28±0.01	6.18±0.01	6.21±0.02	6.25±0.01
10	0.32±002	0.42±002	0.37±001	0.35±004	6.13±0.01	5.84±0.02	5.92±0.01	6.02±0.02
20	0.35±004	0.42±005	0.41±002	0.38±003	6.05±0.01	5.76±0.01	5.87±0.01	5.91±0.01
30	0.40±003	0.46±003	0.44±006	0.42±004	5.95±0.01	5.68±0.01	5.76±0.02	5.84±0.02



◆ S1-Acidez □ S2-Acidez ▲ S3-Acidez × S4-Acidez * S1-pH ○ S2-pH + S3-pH — S4-pH

Figura 49: Variación de acidez y pH de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).

a) Análisis estadístico

Tabla68: ANVA. Acidez (%).

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,096 ^a	15	0,006	334,064	0,000
Intersección	6,908	1	6,908	362341,532	0,000
F	0,030	3	0,010	518,180	0,000
t	0,064	3	0,021	1112,241	0,000
F * t	0,002	9	0,000	13,300	0,000
Error	0,001	32	1,907E-5		
Total	7,005	48			
Total corregida	0,096	47			

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones, días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de acidez, al 5% de significancia.

Tabla 69: ANVA. pH

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,595 ^a	15	,106	823,337	0,000
Intersección	1714,945	1	1714,945	13276991,629	0,000
F	0,366	3	0,122	944,532	0,000
T	1,187	3	0,396	3063,414	0,000
F * t	0,042	9	0,005	36,246	0,000
Error	0,004	32	0,000		
Total	1716,544	48			
Total corregida	1,599	47			

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones, días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de pH, al 5% de significancia.

J) Actividad de agua

En la tabla 70 y la figura 51, se muestran los resultados del análisis de actividad de agua de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi. Al inicio del almacenamiento presentaron una actividad de agua muy baja, $S1=0.46\pm 0.005$, $S2=0.43\pm 0.017$, $S3=0.37\pm 0.007$ y $S4=0.35\pm 0.005$. Paulatinamente estos valores fueron incrementando con el pasar de los días de almacenamiento hasta llegar al máximo de $S1=0.51\pm 0.009$, $S2=0.48\pm 0.001$, $S3=0.44\pm 0.017$ y $S4=0.39\pm 0.006$, a los 30 días de almacenamiento. Según Cheffel (1976), menciona que si el

producto esta empacado en un embalaje que posee cierta permeabilidad al vapor de agua, se puede calcular también la cantidad de agua absorbida en función del tiempo de almacenamiento y en definitiva la duración de conservación de un alimento con un nivel de calidad aceptable. La importancia de la actividad del agua para la estabilidad de los productos alimenticios durante el tratamiento y almacenamiento, queda demostrada de forma evidente por las curvas de la figura 50.

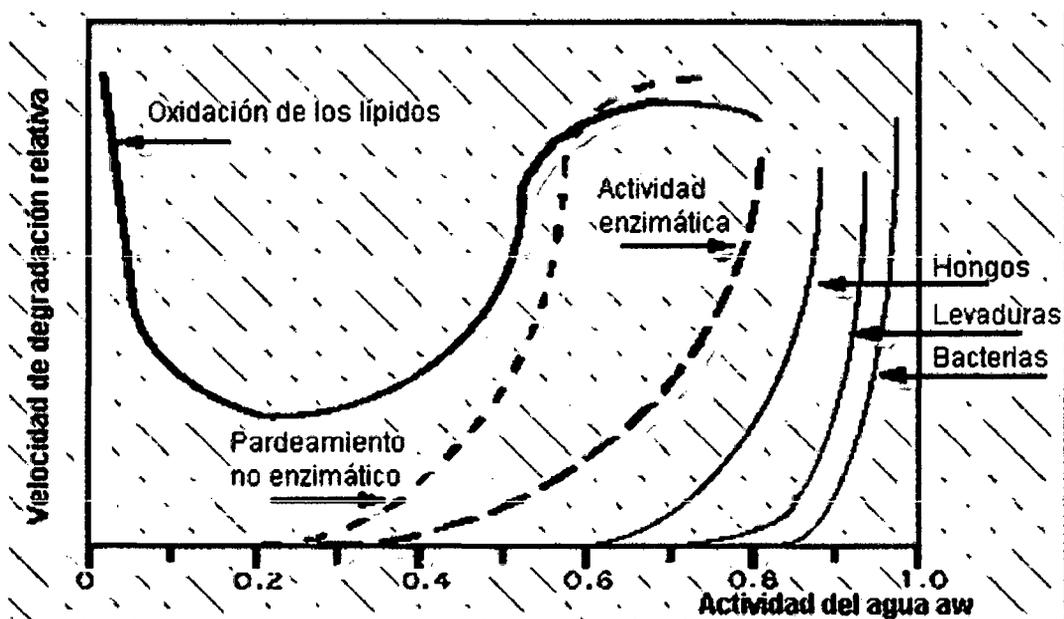


Figura 50: Velocidad de alteración de los alimentos, en función de la actividad de agua, según Labuza (1975).

Tabla 70: Actividad de agua de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).

Tiempo (Días)	ACTIVIDAD DE AGUA			
	S1	S2	S3	S4
0	0.46±0.005	0.43±0.017	0.37±0.007	0.35±0.005
10	0.48±0.008	0.46±0.002	0.38±0.004	0.36±0.007
20	0.49±0.009	0.47±0.007	0.40±0.012	0.37±0.004
30	0.51±0.009	0.48±0.001	0.44±0.017	0.39±0.006

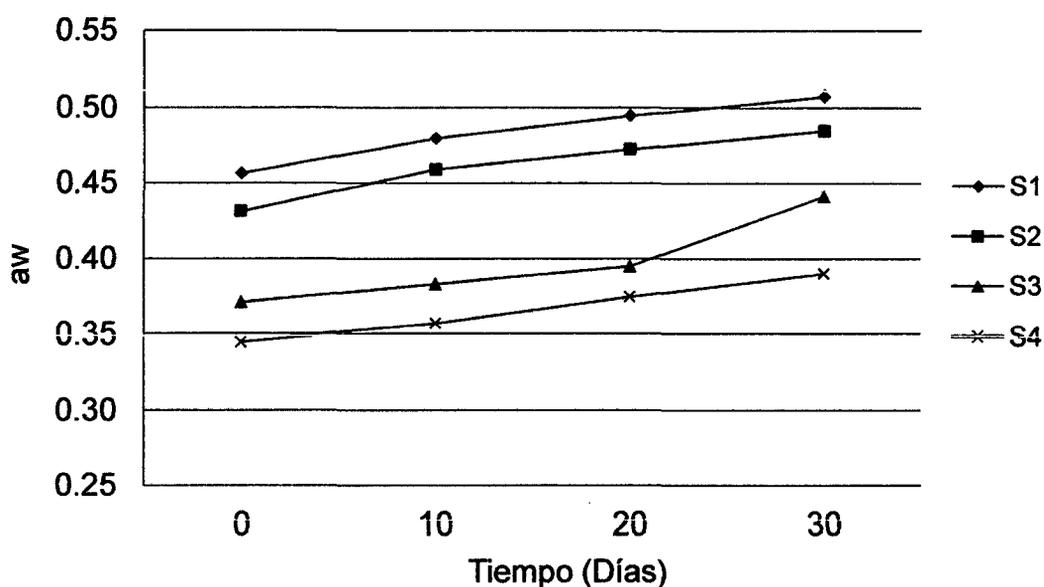


Figura 51: Variación de la actividad de agua de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65%H.R.).

La actividad de agua en las pastas alimenticias va a depender mucho del contenido de humedad, según Badui et al., (2006), sostienen que la actividad del agua es una propiedad intrínseca y se relaciona de manera no lineal con el contenido de humedad mediante las curvas o isotermas de adsorción y desorción.

a) Análisis estadístico

Tabla 71: ANVA. Actividad de agua.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,129 ^a	15	0,009	118,348	0,000
Intersección	8,779	1	8,779	120640,934	0,000
F	0,108	3	0,036	495,431	0,000
T	0,019	3	0,006	88,537	0,000
F * t	0,002	9	0,000	2,590	0,023
Error	0,002	32	7,277E-5		
Total	8,911	48			
Total corregida	0,132	47			

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones, días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas alimenticias, con respecto al análisis de actividad de agua, al 5% de significancia.

K) Textura

La textura es un criterio de calidad muy importante que puede afectar el procesamiento, envasado, almacenamiento y manipulación; está relacionada principalmente a la suavidad, que es un atributo importante para la aceptación de alimentos; siendo la evaluación de características tales como dureza, adhesividad, masticabilidad, etc., una forma de garantizar la satisfacción del consumidor en cuanto a sus expectativas sensoriales.

En la tabla 72 y la figura 52, se muestran los valores y las curvas obtenidas con el texturómetro para el análisis del perfil de textura (TPA) de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, las pastas fueron almacenados en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR), por 30 días y fueron evaluados. Como se observa en la figura 52, a las pastas crudas sólo pudo determinársele un parámetro, ya que inmediatamente que eran tocadas por el dispositivo del equipo se fracturaron. Al comparar los valores de fractura obtenidos en las diferentes pastas se observó que la fuerza necesaria para fracturar la pasta alimenticias fueron de $S1=6.85\pm3.5$ mJ, $S2=10.81\pm0.7$ mJ, $S3=10.52\pm2.5$ mJ y $S4=9.07\pm3.7$ mJ. Como se puede notar en las muestras S2, S3 y S4 son más duras, debido a que se empleó mayor fuerza para romperla; esto puede ser debido a la sustitución con harina de quinua y harina de tarwi

Según Ibáñez et al. (2010), hace menciona que factor de textura en las pastas alimenticia es importante ya que a nivel

industrial debe tomarse en cuenta para el diseño de los empaques y su transporte a los centros de distribución.

Tabla 72: Textura de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% HR).

Tiempo (Días)	TEXTURA (Fuerza mJ)			
	S1	S2	S3	S4
0	6.85±3.5	10.81±0.7	10.52±2.5	9.07±3.7
10	6.29±2.3	9.37±2.7	10.90±1.2	9.19±2.6
20	6.84±3.1	7.60±3.1	11.11±2.8	9.38±2.1
30	6.98±1.8	8.10±2.2	7.94±6.0	10.28±5.7

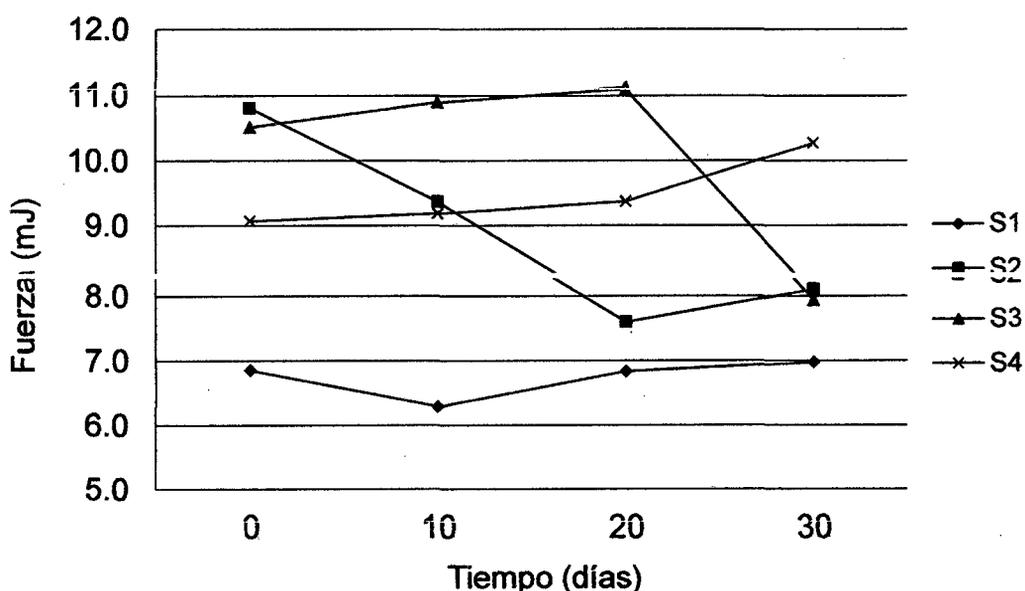


Figura 52: Textura de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, durante de 30 días almacenamiento en condiciones acelerados (45 °C, 65% H.R.).

a) Análisis estadístico

Tabla 73: ANVA. Textura

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	119,263 ^a	15	7,951	0,794	0,675
Intersección	3739,329	1	3739,329	373,429	0,000
F	77,641	3	25,880	2,585	0,070
T	6,147	3	2,049	0,205	0,892
F * t	35,474	9	3,942	0,394	0,929
Error	320,431	32	10,013		
Total	4179,023	48			
Total corregida	439,694	47			

Se ha establecido que no existen diferencias significativas entre las formulaciones, días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de textura, al 5% de significancia.

4.7.2. Análisis microbiológico

La N.T.P. 206.010:1981(Revisada el 2011); establece que las pastas y fideos para consumo humano deberán estar exentos de microorganismos patógenos.

En la tabla 74 se presentan los resultados de los análisis microbiológicos realizados a las pastas los días 0 y 30 de almacenamiento en condiciones aceleradas.

Tabla 74: Análisis microbiológico de las pastas, durante los 0 y 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% H.R.).

ANÁLISIS		ALMACENAMIENTO	
		Día 0	Día 30
Recuento de bacterias aerobios mesófilos	S1	0 ufc/g	0 ufc/g
	S2	0 ufc/g	0 ufc/g
	S3	0 ufc/g	0 ufc/g
	S4	0 ufc/g	0 ufc/g
Recuento de mohos y levaduras	S1	0 ufc/g	0 ufc/g
	S2	0 ufc/g	0 ufc/g
	S3	0 ufc/g	0 ufc/g
	S4	0 ufc/g	0 ufc/g

Según Berna (1995), la presencia de hongos y levaduras en los fideos secos es importante analizar, pues a pesar de tener menos del 15% de humedad, muchas veces las condiciones de almacenaje no son las adecuadas provocando el enmohecimiento. Frazier (1978), establece que el límite máximo permisible de hongos y levaduras es de 10^4 ufc/g en fideos secos. En nuestro caso, para las diferentes formulaciones de pastas se encontró 0 ufc/g. de mohos y levaduras, este valor no excede el límite permitido de 10^4 ufc/g para fideos y pastas secos, por lo cual no provoco ninguna alteración en el producto final.

Según Frazier (1978), el límite máximo permisible de bacterias aerobios mesófilos viables es de $10^4 - 10^6$ en productos alimenticios de esta naturaleza. En cuanto al recuento de bacterias aerobios mesófilos, que refleja la calidad sanitaria del alimento, las condiciones de manipulación, las condiciones higiénicas de la materia prima y limpieza fueron adecuadas, no se reportó valores de ufc/g, por lo cual se podría inferir que las condiciones de elaboración de pastas de las diferentes formulaciones fueron las adecuadas.

4.7.3. Análisis sensorial

El análisis sensorial de las 4 formulaciones de los “fideos en agua y sal” y de los “fideos en sopa”, se realizó a los 0 y 30 días con 20 panelistas semi entrenados de ambos sexos y diferentes grupos de edad, las características evaluadas fueron: color, olor, sabor y textura. Los resultados se muestran en las tablas 75 y 76 y las figuras 53 y 54.

Para conocer la aceptabilidad de las 4 formulaciones y de los 4 atributos (color, olor, sabor y textura) durante el almacenamiento en condiciones aceleradas, los puntajes de los promedios a los 30 días de almacenamiento disminuyeron con respecto a los puntajes iniciales a los 0 días de almacenamiento. Esto se puede comprobar al observar las tablas 75 y 76. Mediante el análisis de varianza (ANVA) los puntajes promedios asignados indican diferencias estadísticamente significativas, para los 4 atributos estudiados.

Tabla 75: Análisis de Sensorial de las 4 formulaciones, durante 0 y 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% H.R.) – fideos en agua y sal.

ATRIBUTO	FORMULACIONES							
	S1		S2		S3		S4	
	Días		Días		Días		Días	
	0	30	0	30	0	30	0	30
COLOR	3.90	3.85	3.75	3.65	3.80	3.75	3.70	3.55
OLOR	4.05	4.00	3.75	3.65	3.95	3.90	3.55	3.45
SABOR	4.05	4.00	3.70	3.60	3.90	3.80	3.60	3.40
TEXTURA	4.25	3.75	3.65	3.40	4.00	3.65	3.45	3.20

Tabla 76: Análisis de Sensorial de las 4 formulaciones, durante 0 y 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% H.R.) – fideos en sopa.

ATRIBUTO	FORMULACIONES							
	S1		S2		S3		S4	
	Días		Días		Días		Días	
	0	30	0	30	0	30	0	30
COLOR	4.05	3.90	3.70	3.60	3.85	3.80	3.65	3.55
OLOR	4.25	3.95	3.75	3.70	3.95	3.85	3.55	3.50
SABOR	4.20	3.90	3.85	3.60	4.00	3.80	3.75	3.55
TEXTURA	4.25	4.10	3.65	3.60	4.00	3.90	3.50	3.40

En cuanto al *Color* analizados en los días 0 y 30, para los “Fideos en agua y sal”, no existen diferencias estadísticamente significativas entre las 4 formulaciones y el tiempo (anexo 09), esto significa que estadísticamente hay igual preferencia de color entre las formulaciones y que la preferencia de los consumidores es igual en todas las formulaciones. Pero se puede observar en la tabla 75, que el mayor promedio es (3.90) equivalente a “Agradable” a los 0 días, lo obtiene la formulación S1, que corresponde a los fideos elaborados al 100% de harina de trigo. Este efecto se debe a que no existe presencia de harina de tarwi y harina de quinua, y también a que la harina de trigo proviene del trigo durum, que contiene en su constitución elevadas cantidades de carotenos que son pigmentos responsables del color amarillo ambarino, como lo menciona Callejo G. (2002). Y el análisis de *Color* para los “Fideos en sopa”, se realizó también en los 0 y 30 días, y se ha establecido que si existen diferencias estadísticamente significativas entre las 4 formulaciones y con respecto al tiempo no existen diferencias significativas (anexo 10). Pero se puede observar en la tabla 76, que el mayor promedio es (4.05) equivalente a “Agradable” a los 0 días lo obtiene la formulación S1 y el menor puntaje promedio (3.55) a los 30 días lo obtiene la formulación S4. Realizando la prueba de significación de Tukey se puede observar que para el

análisis de color de "Fideos en sopa" no existen diferencias significativas entre los puntajes promedios de las formulaciones S2, S3 y S4 y las formulaciones S1 y S3 (anexo 10), ya que las formulaciones S2, S3 y S4 contienen harina de tarwi y harina de quinua en su composición es por ello que estadísticamente no tienen diferencias significativas; y en cuanto a las formulaciones S1 y S3 tampoco existen diferencias significativas ya que la formulación S1 está hecha de harina de trigo durum responsables del color amarillo ambarino, como lo menciona Callejo G. (2002), y la formulación S3 contiene: 80% harina de trigo, 10% harina de tarwi y 10% harina de quinua, el cual le da un color amarillo a las pastas es por ello que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones elaboradas en la investigación.

Con respecto al *Olor* analizados en los días 0 y 30, para los "Fideos en agua y sal", si existen diferencias estadísticamente significativas entre las 4 formulaciones y con respecto al tiempo en que fue analizado, no existen diferencias significativas (anexo 09). Pero se puede observar en la tabla 75, que el mayor promedio es (4.05) equivalente a "Agradable" a los 0 días, lo obtiene la formulación S1, que corresponde a los fideos elaborados al 100% de harina de trigo y el menor puntaje promedio (3.45) a los 30 días lo obtiene la formulación S4. Realizando la prueba de significación de Tukey para el color no existen diferencias significativas entre los puntajes promedios de las formulaciones S2 y S4 y las formulaciones S1, S2 y S3 (anexo 10). Pero la tendencia de los puntajes promedios es a disminuir conforme aumenta el porcentaje de harina de quinua y harina de tarwi. El mayor puntaje promedio es de la formulación S1 a los 0 y 30 días, este efecto se debe a que no existe la presencia de harina de tarwi y harina de quinua en la formulación. Y con respecto al *Olor* analizados en los días 0 y 30, para los "Fideos en sopa", se ha establecido que también existen diferencias estadísticamente significativas entre las 4 formulaciones y con respecto al tiempo en el que fue analizado no existen diferencias

significativas (anexo 10). Pero se puede observar en la tabla 76, que el mayor promedio es (4.25) equivalente a "Agradable" a los 0 días lo obtiene la formulación S1 y el menor puntaje promedio (3.50) a los 30 días lo obtiene la formulación S4. Realizando la prueba de significación de Tukey para el olor no existen diferencias significativas entre los puntajes promedios de las formulaciones S2 y S4, las formulaciones S2 y S3 y las formulaciones S1 y S3 (anexo 10). Pero la tendencia de los puntajes promedios es a disminuir conforme aumenta el porcentaje de harina de quinua y harina de tarwi.

Para el *Sabor* analizados en los días 0 y 30, a los "Fideos en agua y sal", se ha establecido que si existen diferencias estadísticamente significativas entre las 4 formulaciones y con respecto al tiempo en que fue analizada las formulaciones se obtiene que no existen diferencias significativas (anexo 09), se observa en la tabla 75, que el mayor puntaje promedio es (4.05) equivalente a "Agradable" a los 0 días, el cual este lo obtiene la formulación S1, que corresponde a los fideos elaborados al 100% de harina de trigo y el menor puntaje promedio (3.40) se observa a los 30 días el cual lo obtiene la formulación S4. Realizando la prueba de significación de Tukey para el análisis de sabor no existen diferencias significativas entre los puntajes promedios de las formulaciones S2 y S4, las formulaciones S2 y S3 y las formulaciones S1 y S3 (anexo 10). Pero la tendencia de los puntajes promedios es a disminuir conforme aumenta el porcentaje de harina de quinua y harina de tarwi. El mayor puntaje promedio es de la formulación S1 a los 0 y 30 días, este efecto se debe a que no existe en la formulación la presencia de harina de tarwi y harina de quinua. Y en cuanto el *Sabor* analizados en los días 0 y 30, en "Fideos en sopa", se ha establecido que si existen diferencias estadísticamente significativas entre las 4 formulaciones y con respecto al tiempo en que fue analizada estas formulaciones se observa que no existen diferencias significativas (anexo 10).

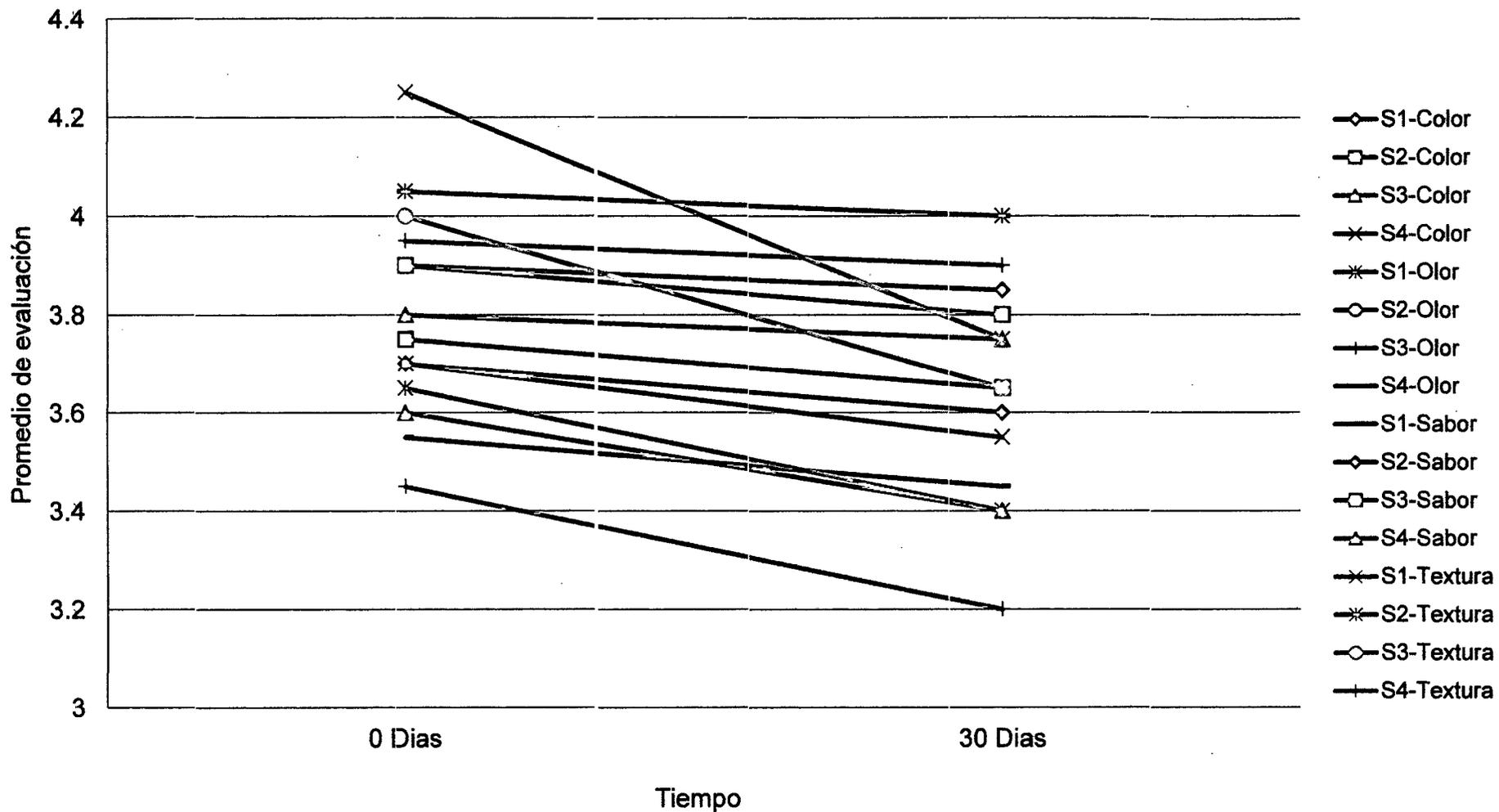


Figura 53: Análisis sensorial de las 4 formulaciones, durante 0 y 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% H.R.) – fideos en agua y sal.

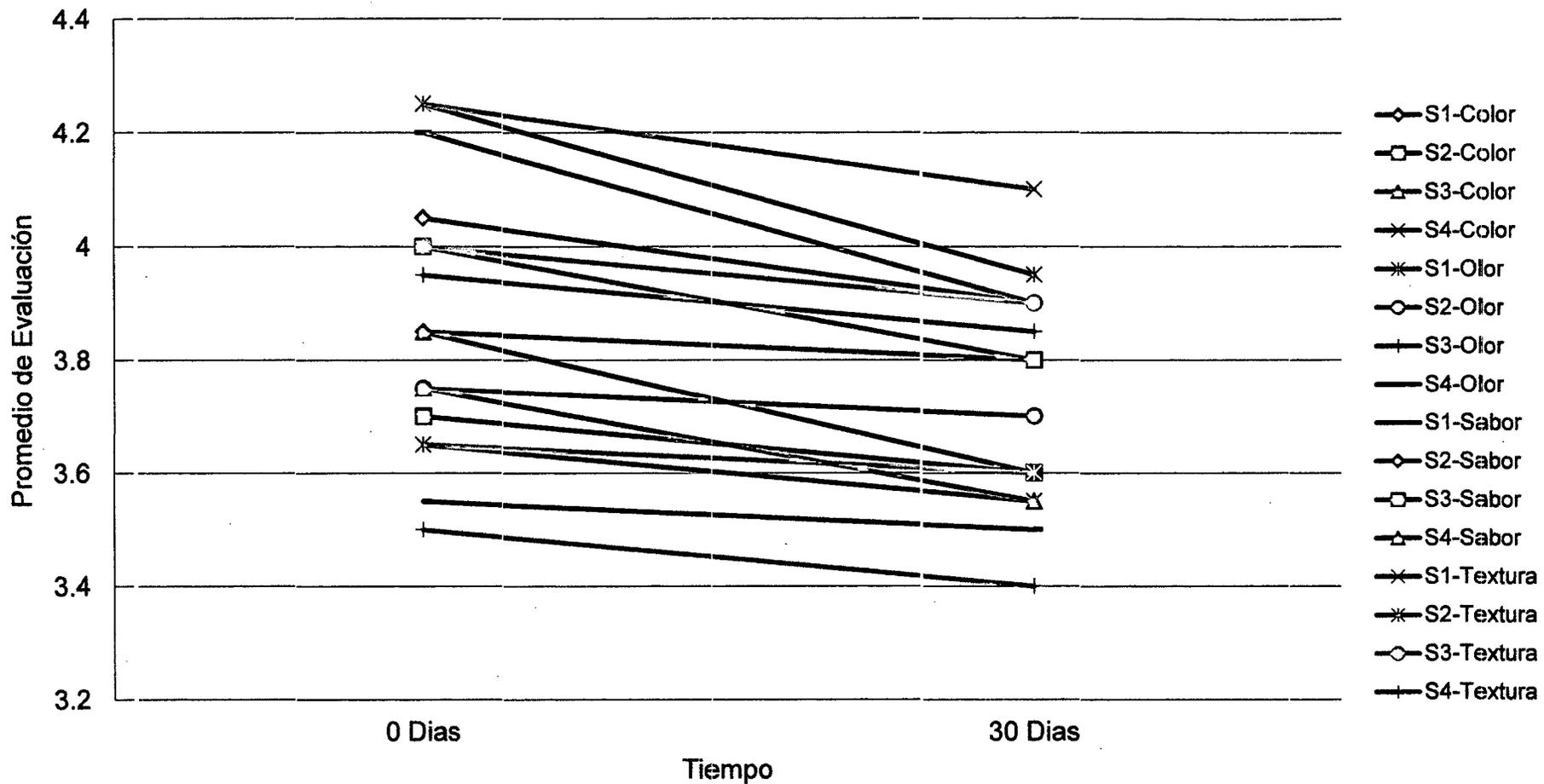


Figura 54: Análisis sensorial de las Formulaciones S1, S2, S3 y S4; durante 0 y 30 días de almacenamiento en condiciones aceleradas (45°C, 65% H.R.) – fideos en sopa.

Se puede observar en la tabla 76, que el mayor promedio es (4.20) equivalente a "Agradable" a los 0 días lo obtiene la formulación S1 y el menor puntaje promedio (3.55) a los 30 días lo obtiene la formulación S4. Realizando la prueba de significación de Tukey para el sabor no existen diferencias significativas entre los puntajes promedios de las formulaciones S2, S3 y S4 y las formulaciones S1 y S3 (anexo 10), pero la tendencia de los puntajes promedios es a disminuir conforme aumenta el porcentaje de harina de quinua y harina de tarwi.

Con respecto a la *Textura* analizados en los días 0 y 30, para los "Fideos en agua y sal", si existen diferencias estadísticamente significativas entre las 4 formulaciones y el tiempo (anexo 09), se puede observar en la tabla 75, que el mayor promedio es (4.25) equivalente a "Agradable" a los 0 días, lo obtiene la formulación S1, que corresponde a los fideos elaborados al 100% de harina de trigo y el menor puntaje promedio (3.20) a los 30 días lo obtiene la formulación S4. Realizando la prueba de significación de Tukey para la textura no existen diferencias significativas entre los puntajes promedios de las formulaciones S2 y S4, las formulaciones S2 y S3 y las formulaciones S1 y S3 (anexo 10), la tendencia de los puntajes promedios es a disminuir conforme aumenta el porcentaje de harina de quinua y harina de tarwi, el mayor puntaje promedio es de la formulación S1 a los 0 y 30 días, este efecto se debe a que no existe en la formulación la presencia de harina de tarwi y harina de quinua. En cuanto a la *Textura* analizados en los días 0 y 30, para los "Fideos en sopa", se ha establecido que si existen diferencias estadísticamente significativas entre las 4 formulaciones y con respecto al tiempo en el que fue analizado las formulaciones se obtiene que no existen diferencias significativas (anexo 10), se puede observar en la tabla 76, que el mayor promedio es (4.25) equivalente a "Agradable" a los 0 días lo obtiene la formulación S1 y el menor puntaje promedio (3.40) a los 30 días lo obtiene la formulación S4.

4.8. Tiempo de vida útil de las pastas

La vida útil de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi fue evaluada por el seguimiento de acidez titulable (%) durante 30 días, simulando una condición acelerada en su almacenamiento. Esto se describió detalladamente en el punto 2.5. El Q_{10} utilizado para la predicción de vida útil será de 3.0, el valor fue recomendado por Nuñez y Chumbiray (1991), Labuza (2003), Sánchez y Valderrama (2007), lo que es corroborado por Fennema (1993), Toledo (1991).

Como se ha confirmado anteriormente los resultados de acidez titulable corresponden a un test de vida útil acelerada. Esta información fue traspasada a condiciones normales de almacenamiento, es decir, a 25 °C, para ello se usaron las ecuaciones descritas por Casp y Abril (1999), y un $Q_{10} = 3$.

4.8.1. Primero se calcula la vida útil de las pastas para acidez límite = 0.45% a 45°C

Tabla 77: Cálculo del “Ln” de la acidez.

TIEMPO		S1		S2	
Días	% Acidez Tilulable	Ln(Acidez)	% acidez Titulable	Ln(Acidez)	
0	0.3087	-1.1753	0.3519	-1.0445	
10	0.3243	-1.1260	0.4151	-0.8793	
20	0.3539	-1.0387	0.4249	-0.8560	
30	0.4017	-0.9120	0.4587	-0.7793	

TIEMPO		S3		S4	
Días	% Acidez Tilulable	Ln(Acidez)	% Acidez Tilulable	Ln(Acidez)	
0	0.3437	-1.0680	0.3186	0.3186	
10	0.3738	-0.9839	0.3452	0.3452	
20	0.4077	-0.8972	0.3826	0.3826	
30	0.4412	-0.8183	0.4179	0.4179	

Se realiza la gráfica de “Tiempo & Ln(Acidez), y luego se halla la ecuación de regresión lineal.

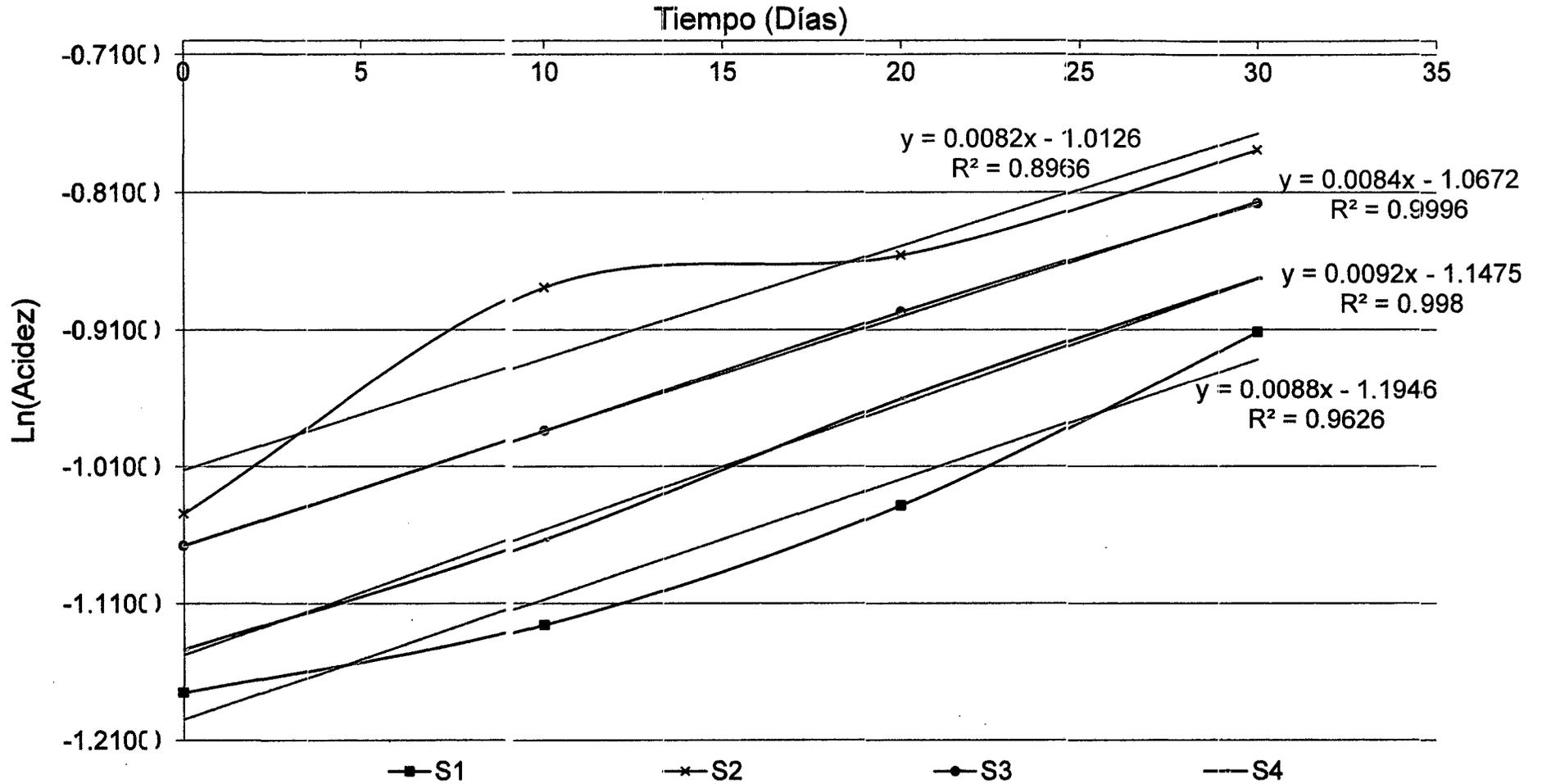


Figura 55: Cinética de la degradación acelerada de la acidez titulable a 45 °C por 30 días de almacenamiento, de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi.

Con la ecuación de regresión se calcula la vida útil cuando la Acidez Titulable es a 0.45% a 45 °C.

A) Calculamos la vida útil de la formulación S1, para la acidez límite = 0.45% a 45 °C.

$$Y = \text{Ln}(0.45) = -0.7985077$$

$$\text{Reemplazando en: } Y = 0.0088X - 1.1946$$

$$X = \text{Vida útil} = 45.01 \text{ días a } 45 \text{ °C}$$

B) Calculamos la vida útil de la formulación S2, para la acidez límite = 0.45% a 45 °C.

$$Y = \text{Ln}(0.45) = -0.7985077$$

$$\text{Reemplazando en: } Y = 0.0082X - 1.0126$$

$$X = \text{Vida útil} = 26.10 \text{ días a } 45 \text{ °C}$$

C) Calculamos la vida útil de la formulación S3, para la acidez límite = 0.45% a 45 °C.

$$Y = \text{Ln}(0.45) = -0.7985077$$

$$\text{Reemplazando en: } Y = 0.0084X - 1.0672$$

$$X = \text{Vida útil} = 31.98 \text{ días a } 45 \text{ °C}$$

D) Calculamos la vida útil de la formulación S4, para la acidez límite = 0.45% a 45 °C.

$$Y = \text{Ln}(0.45) = -0.7985077$$

$$\text{Reemplazando en: } Y = 0.0092X - 1.1475$$

$$X = \text{Vida útil} = 37.93 \text{ días a } 45 \text{ °C}$$

4.8.2. Extrapolación de la vida útil a temperatura ambiente = 25 °C.

A) Extrapolación de la vida útil de la formulación S1 a temperatura ambiente = 25 °C.

Primero se determina el valor de la pendiente "a" con el valor supuesto de Q_{10} .

$$\alpha = \frac{\text{Ln}Q_{10}}{10} \text{ entonces } \alpha = \frac{\text{Ln}(3)}{10} \quad \alpha = 0.109861$$

Luego, se reemplaza en la siguiente ecuación:

$$\theta_{S(T)} = \frac{\theta_{S(T+10)}}{e^{-\alpha[(T+10)-T]}}$$

Dónde:

$\theta_{S(T)}$ = Vida útil a temperatura (T °C) = ?

$\theta_{S(T+10)}$ = Vida útil a temperatura (T+10 °C) = 45.01

(T °C) = Temperatura a 25 °C.

(T + T°C) = Temperatura a 45 °C.

Reemplazando datos:

$$\theta_{S(25\text{ °C})} = \frac{45.01}{e^{0.109861[45-25]}}$$

$$\theta_{S(25\text{ °C})} = 405.0938 \text{ días} \cong 13.5031268$$

$$\theta_{S(25\text{ °C})} = 13 \text{ meses}$$

B) Extrapolación de la vida útil de la formulación S2 a temperatura ambiente = 25 °C.

Primero se determina el valor de la pendiente "a" con el valor supuesto de Q₁₀.

$$\alpha = \frac{\text{Ln}Q_{10}}{10} \text{ entonces } \alpha = \frac{\text{Ln}(3)}{10} \quad \alpha = 0.109861$$

Luego, se reemplaza en la siguiente ecuación:

$$\theta_{S(T)} = \frac{\theta_{S(T+10)}}{e^{-\alpha[(T+10)-T]}}$$

Dónde:

$\theta_{S(T)}$ = Vida útil a temperatura (T °C) = ?

$\theta_{S(T+10)}$ = Vida útil a temperatura (T+10 °C) = 26.12

(T °C) = Temperatura a 25 °C.

(T + T°C) = Temperatura a 45 °C.

Reemplazando datos:

$$\theta_{S(25\text{ °C})} = \frac{26.12}{e^{-0.109861[45-25]}}$$

$$\theta_{S(25\text{ °C})} = 234.9790 \text{ días} \cong 7.8326 \text{ meses}$$

$$\theta_{S(25\text{ °C})} = 7 \text{ meses}$$

C) Extrapolación de la vida útil de la formulación S3 a temperatura ambiente = 25 °C.

Primero se determina el valor de la pendiente "a" con el valor supuesto de Q₁₀.

$$\alpha = \frac{\text{Ln}Q_{10}}{10} \text{ entonces } \alpha = \frac{\text{Ln}(3)}{10} \quad \alpha = 0.109861$$

Luego, se reemplaza en la siguiente ecuación:

$$\theta_{S(T)} = \frac{\theta_{S(T+10)}}{e^{-\alpha[(T+10)-T]}}$$

Dónde:

$\theta_{S(T)}$ = Vida útil a temperatura (T °C) = ?

$\theta_{S(T+10)}$ = Vida útil a temperatura (T+10 °C) = 31.98

(T °C) = Temperatura a 25 °C.

(T + T°C) = Temperatura a 45 °C.

Reemplazando datos:

$$\theta_{S(25\text{ °C})} = \frac{31.98}{e^{-0.109861[45-25]}}$$

$\theta_{S(25\text{ °C})} = 287.8842 \text{ días} \cong 9.5961 \text{ meses}$

$\theta_{S(25\text{ °C})} = 9 \text{ meses}$

D) Extrapolación de la vida útil de la formulación S4 a temperatura ambiente = 25 °C.

Primero se determina el valor de la pendiente "a" con el valor supuesto de Q₁₀.

$$\alpha = \frac{\text{Ln}Q_{10}}{10} \text{ entonces } \alpha = \frac{\text{Ln}(3)}{10} \quad \alpha = 0.109861$$

Luego, se reemplaza en la siguiente ecuación:

$$\theta_{S(T)} = \frac{\theta_{S(T+10)}}{e^{-\alpha[(T+10)-T]}}$$

Dónde:

$\theta_{S(T)}$ = Vida útil a temperatura (T °C) = ?

$\theta_{s(T+10)}$ = Vida útil a temperatura (T+10 °C) = 37.93

(T °C) = Temperatura a 25 °C.

(T + T°C) = Temperatura a 45 °C.

Reemplazando datos:

$$\theta_{s(25\text{ °C})} = \frac{37.93}{e^{-0.109861[45-25]}}$$

$\theta_{s(25\text{ °C})}$ = 341.4050 días \cong 11.3802 meses

$\theta_{s(25\text{ °C})}$ = 11 meses

Las correlaciones mostradas en la figura 55, corresponden al comportamiento lineal de la acidez titulable de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi. Durante el tiempo de evaluación S1 presentó un valor $R=0.981122$, por lo que la ecuación de regresión lineal representa bien los valores de "Tiempo & Ln(Acidez)", esto demuestra que la acidez titulable de S1 durante el test de vida útil acelerado, puede ser transferido a las condiciones normales de almacenamiento, es decir, a 25 °C. En este caso la vida útil asciende a 13.503 meses; pero por seguridad aceptamos una vida útil de 13 meses. S2 presentó un valor de $R=0.946889$, esto demuestra que S2 durante el test de vida útil acelerado, puede ser transferido a condiciones normales de almacenamiento, es decir a 25 °C. Para este caso la vida útil asciende a 7.8326 meses pero por seguridad aceptamos una vida útil de 7 meses. La formulación S3 presentó un valor $R=0.999799$, por lo que la ecuación de regresión lineal representa bien los valores de "Tiempo & Ln(Acidez)", esto demuestra que la acidez titulable de S3 durante el test de vida útil acelerado, puede ser transferido a las condiciones normales de almacenamiento, es decir, a 25 °C. En este caso la vida útil asciende a 9.5961 meses; pero por seguridad aceptamos una vida útil de 9 meses. S4 presentó un valor de $R=0.998999$, demostrando que S4 durante el test de vida útil acelerado, puede ser transferido a condiciones normales de almacenamiento, es decir a 25 °C. Para este caso la vida útil asciende a 11.3802 meses pero por seguridad aceptamos una vida útil de 11 meses.

4.9. Tiempo de cocción de los pastas

El tiempo de cocción, influye sobre la textura y el sabor de las pastas, si las pastas no quedan bien cocidas su textura es dura y su sabor es característico de la harina y si el tiempo de cocción es mayor al requerido, se desintegran, presentan una textura muy blanda y pegajosa y su color cambia, aspectos desagradables para los consumidores. Samaan et al., (2006).

Dueñas y Jiménez (1991), señalan que la firmeza y pegajosidad de las pastas cocidas son determinadas principalmente por la presencia de proteínas ligadas a las gliadinas 45-γ; mientras que los factores que evitarían la desintegración de las pastas cuando se cocinan son, por un lado, la cantidad de gluteninas con grupos SH y, por otro, la baja proporción de proteínas solubles en agua.

Se evaluó el tiempo de cocción para las formulaciones S1, S2, S3 y S4 a los 0 y 30 días como se observa en la tabla 78, los tiempos de las formulaciones S2, S3 y S4 fueron superiores con respecto a la formulación S1, esto se debe al grado de absorción de agua de la harina de trigo (S1) es menor con respecto a las otras formulaciones (S2, S3 y S4), de donde puede inferirse que la harina de quinua y harina de tarwi pudo haber dificultado la gelatinización del almidón y la formación del gluten en las pastas alimenticias y consecuentemente incrementó en el tiempo de cocción. Astaiza et al., (2010).

Tabla 78: Tiempo de Cocción de las formulaciones a los 0 y 30 días.

FORMULACIONES	TIEMPO DE COCCION	
	0 Días	30 Días
S1	12.00±1.00	12.00±2.00
S2	14.00±2.00	14.00±1.00
S3	16.00±1.00	16.00±1.00
S4	18.00±2.00	18.00±2.00

La formulación S1 (100% de harina de trigo), tiene menor tiempo de cocción a comparación con la formulación S4 (80% harina de trigo, 5%

harina de quinua y 15% harina de tarwi), esto se debe al efecto que tienen las proteínas de lupinos con la red de gluten de la masa, ya que esta se interrumpe en la presencia de las proteínas de los derivados de lupinos de acuerdo a lo reportado por Güemes (2004).

Tabla 79: ANVA de Tiempo de Cocción de las formulaciones a los 0 y 30 días.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	120,000 ^a	7	17,143	6,857	0,001
Intersección	5400,000	1	5400,000	2160,000	0,000
\bar{F}	120,000	3	40,000	16,000	0,000
t	0,000	1	0,000	0,000	1,000
F * t	0,000	3	0,000	0,000	1,000
Error	40,000	16	2,500		
Total	5560,000	24			
Total corregida	160,000	23			

Se ha establecido que si existen diferencias significativas entre las formulaciones, y no existen diferencias significativas entre los días y formulaciones – días, aplicadas en la elaboración de pastas, con respecto al Análisis de tiempo de cocción, al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación de Tukey para el tiempo de cocción no existen diferencias significativas entre los puntajes promedios de las formulaciones S1 y S2, las formulaciones S2 y S3 y las formulaciones S3 y S4 (anexo 12).

4.10. Costos de producción

Se realizó los costos de producción de las cuatro formulaciones (S1, S2, S3 y S4) de las cuales se encuentra incluidas las dos formulaciones (S1 y S3) consideradas las más aceptables según la evaluación sensorial.

En la tabla 80 se muestra el resumen de los costos de las cuatro formulaciones, obtenidas a partir de las tablas que se encuentran en el anexo 13, donde se observa que la formulación S1 es el más económico con un valor de 2.6430 soles, ya que esta formulación no cuenta con harina de tarwi ni harina de quinua, pero la formulación S3 que es aceptada en la evaluación sensorial tiene un valor de 3.4410 soles.

Tabla 80. Resumen de costos de las cuatro formulaciones.

FORMULACIONES	CANTIDAD (g)	COSTO (S/)
S1	500	2.6430
S2	500	3.4385
S3	500	3.4410
S4	500	3.4435

V. CONCLUSIONES

1. La composición química proximal de la harina de trigo para la elaboración de pastas alimenticias es: Proteína (13.74%), Humedad ($13.36\pm 0.15\%$), Cenizas ($0.41\pm 0.01\%$), Grasa ($1.30\pm 0.02\%$), Fibra ($1.46\pm 0.02\%$) y Carbohidratos (69.73%).

La composición química proximal de la harina de quinua es: Proteína (9.05%), Humedad ($10.48\pm 0.12\%$), Cenizas ($2.44\pm 0.05\%$), Grasa ($2.53\pm 0.02\%$), Fibra ($3.11\pm 0.03\%$) y Carbohidratos (72.39%).

La composición química proximal de la harina de tarwi es: Proteína (49.04%), Humedad ($6.33\pm 0.15\%$), Cenizas ($2.85\pm 0.04\%$), Grasa ($27.32\pm 0.25\%$), Fibra ($2.94\pm 0.05\%$) y Carbohidratos (11.52%).

2. El comportamiento reológico de la formulación S1 y S3 para la elaboración de las pastas alimenticias son:

Análisis amilográfico: Determina la temperatura de gelatinización ($^{\circ}\text{C}$) para $S1=89.8\pm 0.02$ y $S3=88.3\pm 0.02$; y máxima gelatinización (UA) para $S1=1018\pm 1.00$ y $S3=693.67\pm 1.53$. En las cuales estadísticamente tienen diferencias significativas, al 5% de significancia.

Análisis Farinográfico: Determina el porcentaje de absorción de agua para $S1=56.7\pm 0.10$ y $S3=64.4\pm 0.10$; consistencia (FE) para $S1=525.67\pm 2.52$ y $S3=834\pm 1.00$; y tiempo óptimo de desarrollo (min) para $S1=5.58\pm 0.10$ y $S3=2.41\pm 0.11$. En las cuales estadísticamente tienen diferencias significativas, al 5% de significancia.

Análisis extensográfico: Determina la extensibilidad (mm) para $S1=98.00\pm 1.00$ y $S3=62.33\pm 1.53$; la resistencia a la extensión (BU) para $S1=1192.33\pm 2.08$ y $S3=646.33\pm 2.08$; y máximo (BU) para $S1=1491.33\pm 1.53$ y $S3=814.00\pm 2.00$. En las cuales estadísticamente tienen diferencias significativas, al 5% de significancia.

3. La composición físico-químico de la pasta alimenticia S3 (80% H. Trigo, 10% H. Tarwi y 10% H. Quinoa), es: Proteína = 18.06%, humedad = $6.84 \pm 0.05\%$, grasa = $3.23 \pm 0.23\%$, cenizas = $0.646 \pm 0.004\%$, fibra = $2.163 \pm 0.004\%$, carbohidratos = 69.06%, índice de peróxido = 1.55 ± 0.019 (mEqO₂/Kg. de grasa) y textura = 10.52 ± 2.5 mJ.
4. La evaluación sensorial realizada con panelistas semi entrenados, determino las dos mejores formulaciones siendo: S1 (100 % H. Trigo) y S3 (80 % H. Trigo, 10% H. Tarwi y 10% H. Quinoa); se notó mayor preferencia por los fideos con menor sustitución, pudiendo ser aceptables los fideos hasta un 10% de harina de quinua y 10% de harina de tarwi, ya que cuando se realizó la prueba de significación de tukey se encontró que no existen diferencias significativas entre la formulación S1 y S3. Considerando que los fideos analizado en sopa mejoro la aceptabilidad de todos los atributos estudiados.
5. La acidez tituble se ve afectado negativamente, durante el periodo de almacenamiento en condiciones aceleradas de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, sobrepasando el límite máximo permitido por la (N.T.P.206.010.1981. revisada el 2011). Y mediante las ecuaciones correspondientes de determinó que el tiempo de vida útil a temperatura ambiente (25°C) para un Q₁₀=3.0. es de: S1=13 meses, S2=7 meses, S3=9 meses. S4=11 meses.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda fomentar la producción de quinua y tarwi a los agricultores, potenciar las características nutritivas, aprovechar sus bondades intrínsecas como es la proteína, grasas insaturadas, vitaminas y minerales; además hidratos de carbono y el alto contenido de fibra dietética, cuyos componentes se concentren en alimentos básicos para la humanidad.
2. Realizar el análisis de alcaloides del grano de tarwi, mediante cromatografía de gases para determinar la eficiencia del desamargado.
3. Realizar el análisis de estimación del contenido de saponinas en grano de quinua, mediante el equipo agitador electromagnético.
4. Difundir el empleo de la quinua y tarwi en la elaboración de pastas, productos de panificación, snacks y extruidos por sus excelentes propiedades nutritivas.
5. Elaborar las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, utilizando máquinas semiautomáticas o automáticas adecuadas para tal fin, para mejorar la calidad de los mismos.
6. Realizar pruebas de almacenamiento en condiciones aceleradas a las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, para determinar experimentalmente el orden de la reacción, la velocidad de reacción y la vida útil de las pastas.
7. Se recomienda realizar la intención de compra, para así poder determinar la aceptabilidad del producto en el mercado.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Apaza et al. 2005. Manejo y Mejoramiento de Quinoa Orgánica. Puno, Perú. Serie Manual N° 01- Estación Experimental Agraria. ILLPA, Puno.
- Apaza, S. 2008. Recomendar una estrategia de uso de las EOS importantes en áreas prioritarias. Informe 2007 – 2008. NUS IFAD II. Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia. pp 72 -86.
- Armendáriz S., José Luis, (2006). Procesos de cocción. Thomson: Madrid. pp. 115-157.
- Arroyave S., Esguerra R., (2006). "Utilización de la harina de quinoa (*chenopodium quinoa wild*) en el proceso de panificación". Tesis. Universidad de la Salle. Facultad de ingeniería de alimentos. Bogotá. pp. 31-90.
- Astaiza M., Ruiz L., Elizalde A., (2010). "Elaboración de pastas enriquecidas a partir de harina de quinoa (*Chenopodium quinoa wild.*) y zanahoria (*Daucus carota*)". Tesis. Universidad de Cauca. Facultad Ciencias agropecuarias. Vol , 8. Nro, 1. Colombia. pp. 44-52.
- Astiazarán, Iciar / J. Alfredo Martínez (2002). Alimentos, composición y propiedades. Editorial Mc Graw-Hill. Interamericana. Primera reimpresión. Madrid-España.
- Bálsamo, M. (2002). Desarrollo y evaluación de un método afrosimétrico mecánico para la determinación de saponinas en quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*). Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Industrias Alimentarias. Lima.
- Beltiz, H. D. y Grossh, W. (1997). Cereales y derivados. En química de los alimentos. Editorial Acribia S. A. Zaragoza, España.
- Berna Perez, Amalia Zoraida. (1995). Sustitución paracial de la harina de trigo integral (*Triticum aestivum*) por harina de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris L.*) para la elaboración de fideos. Tesis para optar el título de ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Bilbao, C. (2007), "Revista PANERA: Forma e Informa", Año 1. N° 5. Lima, Perú. pp. 24 – 26.
- Bravo Moliwa José De Jesús, Ortiz Hernández Gabino Rafael. (1999). Efecto del grado de gelificación de harina del trigo (*triticum*

acstivum sobre sus propiedades fisicoquímicas y de ehavior ión.
Mexico

- Campbell-Platt, G. 1989. Shelf life – who needs it?. Food Science and Technology Today. 3 (4): 244 -246.
- Calcano Espelata, Xinia Marian, (1991). Hidrolisis enzimática de harina de arroz. Costa rica.
- Calaveras, J. (2004), "Nuevo Tratado de Panificación y Bollería2. 2da Edición.
- Calla Joel. & Cortez Gladys. Guia técnica. Curso-taller. "Post Cosecha y Transformación de quinua orgánica". "Jornada de capacitación UNALM-AGROBANCO". Ayaviri-Puno-Perú. 2011.
- Callejo Gonzales, María Jesús. (2002). Industria de Cereales y Derivados. Primera Edicion. AMV EDICIONES/MUNDI-PRENSA. Madrid, España. pp. 495-511.
- Casp, A. y Abril, J. 1999. Procesos de Conservación de Alimentos. Ediciones Mundi-Prensa. Coedición. España. p. 493.
- Castañeda-Castañeda, Benjamín; Manrique-M., Renán; Gamarra-Castillo, Fabricio; Muñoz-Jáuregui, Ana; Ramos-E., Fernando; Lizaraso-Caparó, Frank y Martínez-H., Jorge. 2008. Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis* Sweet (chocho o tarwi). Acta Médica Peruana. pp. 210-215.
- Carlos J. Bernabé (2005). INFLUENCIA DE LOS COMPONENTES DE LA HARINA EN LA PANIFICACIÓN.
- Carpenter, h. C.; anderssen, r. S, (2000). Modelling the developmental rheology of wheat flour dough using extension test. Journal of Cereal Science, v. 31, n. 1, p. 1-13.
- Carrascal, A.K. (2003) Microorganismos emergentes una mirada nacional En: Taller de Inocuidad alimentaria. ILSIGN orandino. FAO. Quito, Ecuador.
- Cerón R. (2002). La quinua como cultivo alternativo, base de la seguridad alimentaria y su importancia agroindustrial. San Juan de Pasto. Universidad de Mariño
- Cerrate Espejo, Emily Delia (1989). Efecto de sustitución del trigo por tres variedades de cebada en la elaboración de fideos. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

- Cigi. (1993). Grains and Oilseeds. Volumen II. 4th. Canadian International Grain Institute. Canada.
- Collazos, C.; Philip, W.; Viñas, E.; Alvistur, J.; Urquieta, A.; Vásquez, J. 1993. Composición de Alimentos de mayor consumo en el Perú. 6ta Edición. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Nutrición. Lima, Perú.
- Collazos et al. 1996. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. 7 ed. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Salud / Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Lima, Perú.
- Clarke, J.M., Clarke, F. R., Ames, N. P., Mc Caig, N. T. y Knox, R. E. 2000. Evaluation of predictors of quality for use in early generation selection. De "Options mediterraneennes, serie A. No 40". Durum wheat improvement in the Mediterranean region: new challenges. pp. 439-446.
- Clarke, J.M. 2000. Improvement of durum wheat grain quality: Breeding. De "Durum wheat, semolina and pasta quality". Ed. Abecassis, J., Autran, J.C., Feillet, P. INRA editions. Montpellier. France.
- Gross, R. (1982). El cultivo y la utilización del tarwi, FAO, p.154.
- Gross, R. (1982). Situación actual de la investigación alimentaria del lupino. Proyecto de cultivo y aprovechamiento del lupino en el Perú. Informe N° CINCA (antes instituto de nutrición). Lima-Perú.
- Gross, R., E. Von Baer, F. Koch. R. Marquard, L. Trugo y M. Wink. (1988). Composición química de una variedad de Lupino (*Lupinus mutabilis* var. *Inti*) con bajo contenido de alcaloides. Journal Food Comp.
- Chauhan GS, Eskin NAM, Tkachuk R. (1992). Nutrients and antinutrients in Quinoa seed. Cereal Chem. pp. 85 – 88.
- Dueña M., Jiménez A. (1991). Aspectos técnicos de los procesos de elaboración de Pastas Alimenticias. Alimentación, Equipos y Tecnologías. pp. 77-92.
- Dhaliwal, S.A., Mares, D.J., Marshall, D.R. (1987). Effect of 1B/1R chromosome translocation on milling and quality characteristics of bread wheats. Cereal Chem. pp. 72-76.
- FAO/OMS/ONU. (1985). Necesidades de energía y de proteína. Informe de una reunión consultiva conjunta de expertos. Serie informes técnicos 724, OMS, Ginebra.

- FELDER, Rivero Ángel, Enciclopedia de los Alimentos, pastas alimenticias, distribución y consumo, marzo, abril 2003.
- Guler, S., Keksel, H. 2005. Effects of industrial pasta drying temperatures on starch properties and pastas quality. *Food Research Internacional*.
- Güemes N., (2004). Características Reológicas, Sensoriales y Nutricionales de Masas y Productos de panificación Fortificados con Lupinus. Tesis de Doctorado ENCB_IPN. México, DF.
- HELDMANN, D. y LUND, D. 1992. Handbook of Food Engineering. Primera edición. Editorial Marcel Dekker, Inc. EEUU. p. 756.
- Herencia, I. (1998). "Comportamiento y actividad biológica de la quinoa cultivada en ambiente mediterráneo". Tesis doctoral UPM. Madrid. España. pp. 300-450.
- Hernández, R. 1997. Obtención de crudos de saponinas hipocolesteromizantes del *Chenopodium quinoa Willd*". Re. Cubana Milit. pp. 55-62.
- Hosney, R. Carl. (1991). Principios de ciencia y tecnología de los cereals. Editorial Acribia S.A. España.
- Iberfluid y Retronic (2012). Soluciones para el secado de pasta en la industria alimentaria
- Jara, C. (2006). "Estudio de las propiedades reológicas de la masa para pastas a base de harina de quinoa". Tesis para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- KILL. R.C. (2004) Tecnología de la Elaboración de pasta y sémola. España. Acribia S.A.
- Kruger, J., Matsuo, R., Dick, J. (1996). Pasta and Noodle Technology, 1^{ra} ed. American Association of Cereal Chemist, St Paul, MN.
- Lorenz, K. J. 1991. Pasta: Raw materials and processing. Cap. 19. Handbook of Cereal Science. Dekker.
- Matissek, R., Schnepel, F. N., Steiner, G. 1988. Analisis de los alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza-España. p. 229-235.
- Metodología de la Asociación Oficial de Químicos Analistas (AOAC) 963.15 2005, método Soxhlet.
- Microbiología 3M. 2005. Placas 3M™ Petrifilm™ de Recuento Rápido de Coliformes.
- Micronoticias. 3M Microbiología. 2006. Placas Petrifilm para el Recuento de Aerobio.

- MINSA, (2009). Tablas peruanas de composición de alimentos. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición Instituto Nacional de Salud. Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2009-02091. 8ª edición, 2009. Lima-Perú.
- MINAG-OEEE. (2013). Quinoa. "Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva". Dirección General de Competitividad Agraria. 1ra Edición: Enero 2013. Lima-Perú. p.12.
- Montenegro, F. M, (2008). ORMENESE, R. C. S. C. Avaliação da Qualidade Tecnológica da Farinha de Trigo. Campinas: Cereal Chocotec ITAL.
- Montoya Restrepo, L.; Martínez Vianchá, L. y Peralta Ballesteros, J. (2005). Análisis de las variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de la quinua en Colombia. Revista Innovar. Edit. Unibiblos: v. 25, p. 103 – 120.
- Mujica Angel & Seven-E. Jacobsen (2006). El tarwi (*Lupinus Mutabilis Sweet.*) y sus parientes silvestres. Botánica Económica de los Andes. Centrales Editores: M. Moraes R., B. Ølgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Pp. 458-482.
- Mujica Angel & Seven-E. Jacobsen (2006). La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) y sus parientes silvestres. Botánica Económica de los Andes. Centrales Editores: M. Moraes R., B. Ølgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Pp. 449-457.
- Mujica, A., Aguilar J. & S. E. Jacobsen. (2001). Resúmenes de investigación en tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) 1976-2001. Puno-Perú.
- Mujica, A., S. E. Jacobsen & J. Izquierdo. (2001). Lupino (*Lupinus mutabilis Sweet*). Cuarenta años de investigación en el Perú. En X Conferencia Internacional de Lupino: Cultivo del lupino desde los trópicos hasta los polos.
- Naega,(2008).– The North American Export Grain Association. Wheat Flour Testing Book. Wheat and Flour Testing Methods: A Guide to Understanding Wheat and Flour Quality Version 2.

- Norma Técnica Peruana 011.220:1983; HUEVOS. Huevos de gallina para consumo humano. Almacenamiento, embalaje, rotulado, conservación y transporte. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 011.220:1983: Huevos de gallina para consumo humano. Almacenamiento, embalaje, rotulado, conservación y transporte.
- Norma Técnica Peruana 205.027:1986: HARINA DE TRIGO PARA CONSUMO DOMESTICO Y USO INDUSTRIAL. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 011.451:2013: GRANOS ANDINOS. Harina de quinua. Requisitos. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana ISO 24512:2011: actividades relacionadas con los servicios de agua para consumo humano y agua residual. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 209.015 2006: Sal para consumo humano. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 205.056:1989 (Revisada el 2011). CEREALES Y MENESTRAS. Tarwi. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 205.037:1975 (Revisada el 2011): HARINAS. Determinación del contenido de humedad. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 205.038:1975 (Revisada el 2011): HARINAS. Determinación de cenizas. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 206.013:1981 (Revisada el 2011): BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación de la acidez. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 206.012:1981 (Revisada el 2011): BIZCOCHOS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación del contenido de cenizas. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 206.011:1981 (Revisada el 2011): BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación de humedad. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 205.005:1979 (Revisada el 2011): CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl). Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 206.016:1981 (Revisada el 2011): GALLETAS. Determinación de peróxidos. Lima: INDECOPI.

- Norma Técnica Peruana 205.002:1979 (Revisada el 2011): CEREALES Y MENESTRAS. Determinación del contenido de humedad. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 205.004:1979 (Revisada el 2011): CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de cenizas. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 205.003:1980 (Revisada el 2011): CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de la fibra cruda. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 205.062:2009: QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*). Requisitos. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 209.059 (1974). Determinación del pH (Método potenciométrico). Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 205.044:1976 (Revisada el 2011): HARINAS SUCEDÁNEAS PROCEDENTES DE LEGUMINOSAS DE GRANO ALIMENTICIO. Lima: INDECOPI.
- Norma del Codex para los fideos instantáneos CODEX STAN 249-(2006).
- Official Methods of Analysis of Association the Official Agricultural Chemists (AOAC). (2005). 18va. Ed. 1-2. USA.
- Official Methods of Analysis of the Association the Official Agricultural Chemists (AOAC). (1995). 16va. Ed. 1-2. USA.
- Peña-Bautista, R.J., Pérez-Herrera, P., Villaseñor, M.E., Gámez-Valdez, M.M., Mendoza-Lozano, M.A. (2008). Evaluaron la calidad de la cosecha de trigo en México del ciclo primavera-verano del 2006. México.
- Pietschamann G. Bruno. (2008). Evaluación de la harina fideera y fideos. Método INA. Para determinar la calidad de cocción de las pastas alimenticias. EMW INA NAHRMITTEL. GRANOTEC-PERÚ.
- Ramírez-Wong B., Walker C. E., Ledesma-Osuna A. I., Torres P. I., Medina-Rodríguez C. L., López-Ahumada G. A., Salazar-García M. G., Ortega-Ramírez R., Jønson A. M., Flores R. A. 2007. Effect of Flour Extraction Rate on White and Red Winter Wheat Flour Composition and Tortilla texture. Cereal Chemistry. 84.3: 207-213
- Repo-Carrasco R. & Encina Zelada C. R. (2008). "Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: Quinua (*Chenopodium quinoa*), Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) y Kiwicha (*Amaranthus caudatus*)." Revista de la sociedad química de Perú 74(2): 85-99.

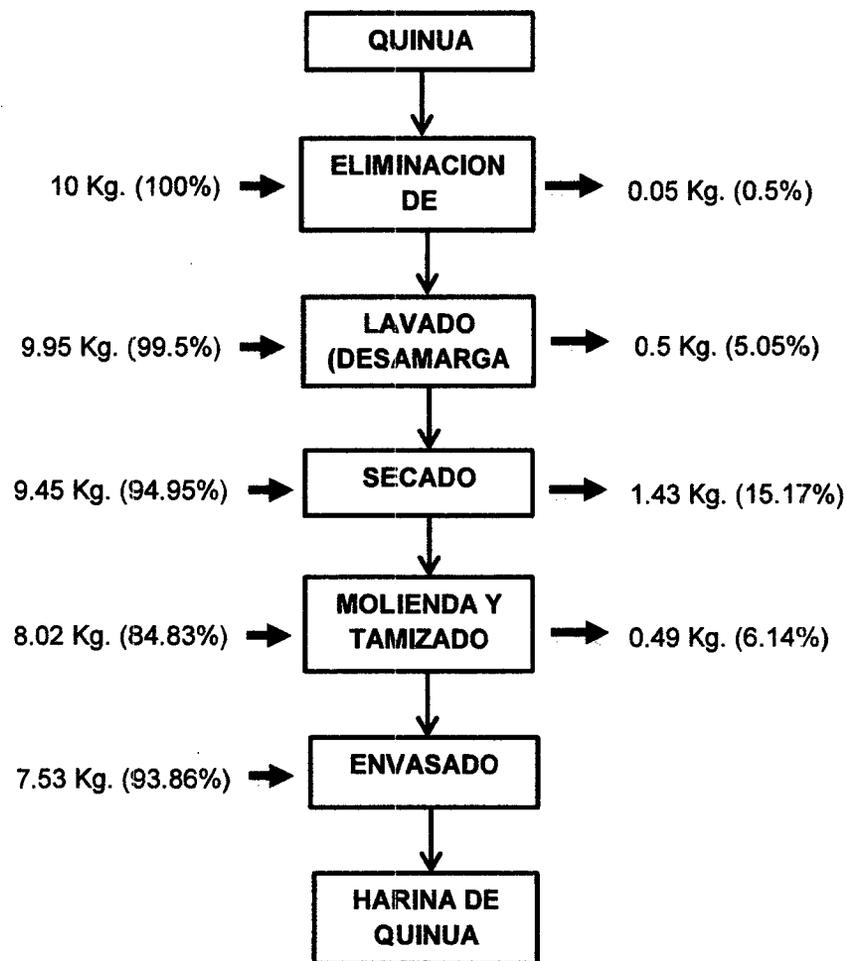
- Romejo, M. 2005. Validación secundaria del método de siembra en placa profunda para mesofilos aerobios, hongos y levaduras y ausencia presencia para *Salmonella sp* en muestras de alimentos bajo el contexto de la norma ISO NTC 17025. *Tesis de pregrado*. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Samaan J, El-Khayat G, Mantthey F, Fuller M, Brennan C. 2006. Durum wheat quality: II. The relationship of kernel physicochemical composition to semolina quality and end product utilization. *Int J Food Sci and Technol*. pp. 47-55.
- Salcedo Aguirre L., (2009). Obtención de harina de Tarwi. Tesis. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Salvador Badui Dergal (2006). Química de los alimentos. Cuarta edición. Editorial Pearson Educación de México, S.A. de C.V
- Sánchez Pineda de la Infantas, Ma Teresa. (2003). Procesos de elaboración de Alimentos y Bebidas. AMV-Ediciones/Mundi-Prensa. Primera Edición. Madrid, España. pp. 103-312.
- Saxena, D.C., Prasada Rao, U.J.S., Haridas Rao, P. (1997). Indian wheat cultivar: Correlation between quality of gluten proteins, rheological characteristics of dough and tandoori roti quality. *J. Sci. Food Agr.* 74:265-272.
- Segami, C. A. (1980). Producción industrial de Cebada perlada, morón de cebada y ensayos preliminares en panadería, fideería y hojuelas. Tesis. UNALM. Lima, Perú.
- Schoenlechner R., Siebenhandl S. & Berghofer E. (2008). Pseudocereals. Gluten-Free Cereal Products and Beverages. K. A. Elke & B. Fabio Dal. San Diego, Academic Press: 149-190.
- Schoenlechner R., Wendner M., Siebenhandl-Ehn S. & Berghofer E. (2010). "Pseudocereals as alternative sources for high folate content in staple foods." *Journal of Cereal Science* 52(3): 475-479.
- Stanley, D. (1998). Protein reactions during extrusion processing. In: *Extrusion Cooking*. C. Mercier, P Linko and J. M. Harper, eds. Am. Assoc. Cereal Chem.: St. Paul, MN, pp 321-324.
- Stojceska, V., F. Butler, E. Gallagher, and D. Keehan. (2007). A comparison of the ability of several small and large deformation rheological measurements of wheat dough to predict baking behavior. *Journal of Food Engineering* 83: 475-482.

- Tapia, Mario E. (2000). Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. (2da. Edición.). Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Toledo, R. (1991). Fundamentals of Food Process Engineering. Editorial AVI. Segunda edición. New York, USA. p. 602.
- Tortorello, M., Best, S., Batt, C., Woolf, H. y Bender, J. (1991). Extending the shelf life of Cottage chesse: Identification of spoilage flora and their control using food grade preservatives. *Cultured Dairy Products Journal* 26 (4): 8, 9, 11.
- Troccoli, A., Borrelli, G.M., De Vita, P., Fares, C. y Di Fonzo, N. (2000). Durum wheat quality: A multidisciplinary concept. *Journal of Cereal Science* 32: 99-113.
- Wilbey, R. (1997). Estimating shelf life. *International Journal of Dairy Technology*. 50 (2) 64 - 67.
- Witting, E., Serrano, L., Bunger, A., Soto, D., Nieves, L., Ruales, J. (2002). Optimización de una formulación de espaguetis enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el adulto mayor. *Revista chilena de nutrición*.
- World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2007). Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition. Who Technical Report Series 935. United Nations University.

ANEXOS

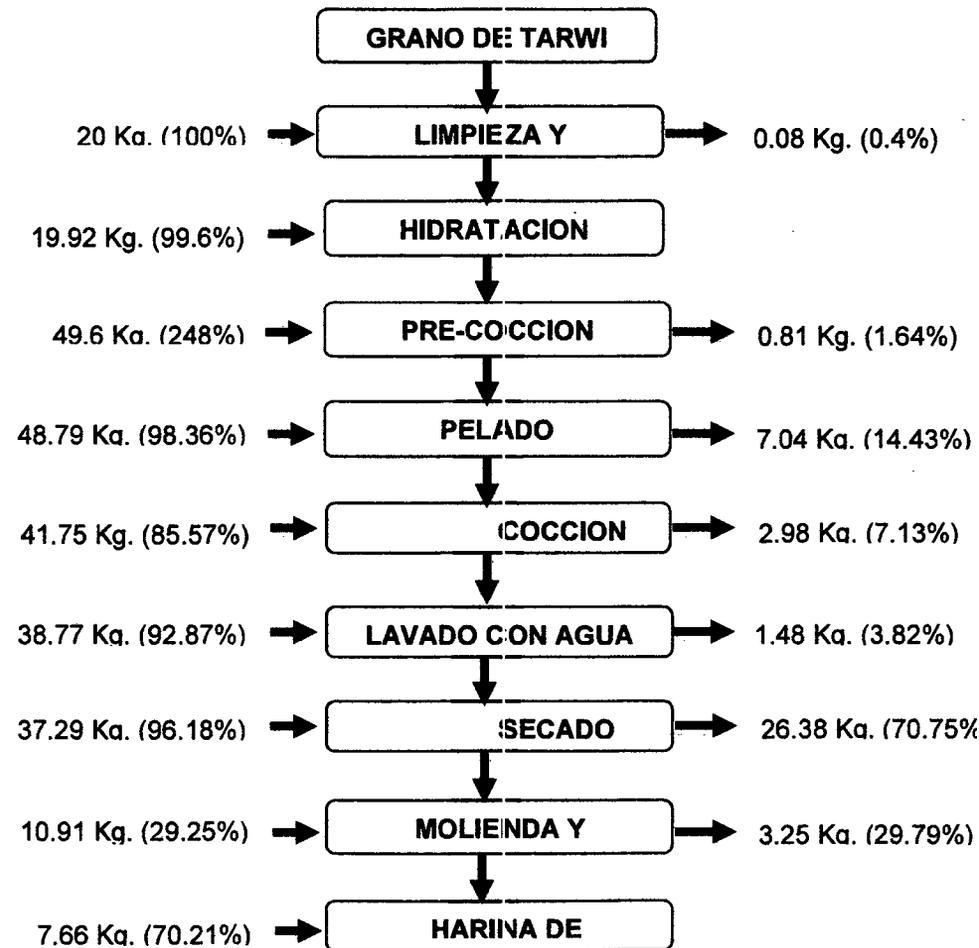
ANEXO 01: BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE QUINUA

BALANCE DE MATERIA-HARINA DE QUINUA



ANEXO 02: BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE TARWI

BALANCE DE MATERIA-HARINA DE TARWI



**ANEXO 03: PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS REOLÓGICO DE LAS PASTAS
ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa wild.*) Y
TARWI (*Lupinus mutabilis sweet*)”**

1. Análisis reológico de las formulaciones

1.1. Análisis amilógrafo

Los métodos estándares para los test con el Amylograph están basados en una muestra con el 14% de Humedad. No obstante como la humedad de la muestra real puede apartarse ligeramente de este valor, es necesario medir el contenido de humedad de la muestra real para determinar el peso correcto de la muestra y la cantidad de agua para el test.

A partir de la humedad básica (menú "Options"- "Settings") y de la humedad real de la muestra, el software corrige automáticamente el peso de la muestra y la cantidad de agua a utilizar para el test.

- Preparación de la muestra de las mezclas de Harina de trigo + harina de tarwi + harina de quinua, según formulación, para una curva de gelatinización. (Volumen estándar 80gr.)

Se adiciona la mezcla en matraz Erlenmeyer 400ml de Agua destilada + 80gr de la mezcla de harina, se agita aproximadamente 50 veces en 30 seg. para que la suspensión quede perfectamente homogénea y sin grumos.

- Colocamos la muestra en el bol medidor del Amylograph.
- Hacemos Clic en el botón "Strat" en la ventana de parámetros para empezar el test.
- El sistema determina automáticamente la tara y en el monitor aparece "tare".
- Después de terminar la tara, el sistema pide que baje el cabezal medidor a su posición de operación.
- El control de T° primero calienta hasta la T° inicial prefijada (23.7 °C), tan pronto como se alcanza dicha T°, el control comienza a calentar con el índice de calentamiento prefijado hasta una T° final de 93 °C, que se mantiene durante 5 min.
- Después de iniciado el test, el monitor muestra un diagrama con dos ejes: x y y, donde se representa lo siguiente:
 - Eje x superior: T° en °C.
 - Eje x inferior: tiempo del test en (min).
 - Eje y: viscosidad en AU (Unidades Amylograph).
- Durante el test, se registra el torque (viscosidad) y aparece on line.
- Cuando transcurre el tiempo del test, la transmisión de datos desde el Amylograph se detiene automáticamente. Con los parámetros estándar:
 - T° inicial: 30 °C.
 - Índice de calentamiento: 1.5 °C/min.
 - Tiempo total del test: 42 min + 5 min de tiempo de mantenimiento.

1.2. Análisis farinografico

Según método Brabender para la determinación farinográfica se requiere de 300 gr de harina o mezcla de harinas.

- Según el método "Brabender" para la determinación farinográfica se requiere de 300 gr de harina o mezcla de harinas, en este caso de las mezclas de harina de trigo + harina de tarwi + harina de quinua, según formulación.
- El equipo consta de un mixer donde se le agrega los 300 gr de Mezcla (harina de trigo + harina de tarwi + harina de quinua).
- Se agrega agua destilada al tanque reservorio del equipo para se homogenizado a 30 °C que exige el método.
- Calibración de la balanza interna del equipo.
- El sistema del equipo nos pide como punto de referencia el % de humedad de la harina, una vez ingresado el dato procedemos a realizar el análisis donde el equipo calculara el % de agua con respecto a la cantidad de harina para ser agregados al mixer, para la elaboración de la masa.
- Se agrega 300 gr de harina al mixer del farinografo.
- Se agrega 2% de NaCl (para que retenga agua y de elasticidad).
- La cantidad de agua se calculara con el valor del % de agua con respecto al % de humedad, en base a 300 gr de muestra.
- Mezclar por 5 min hasta obtener una masa uniforme.
- Se obtiene como resultado la construcción de farinograma, teniendo 3 curvas construidas:
 - Curva 1: Límite superior
 - Curva 2: Promedio
 - Curva 3: límite inferior

Además:

- ✓ Consistencia expresada en FE o U.
- ✓ % de absorción de Agua corregido.
- ✓ % de absorción de Agua con respecto a % de Humedad.

1.3. Análisis extensográfico

El método de medición con el extensograph – E, está determinado por estándares internacionales y nacionales (por ej. Estándar ICC N° 114/1, ISO 5530-2, estándar AACC N°54-10).

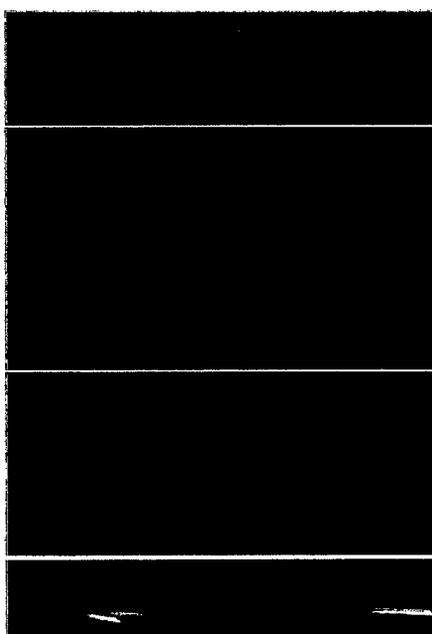
- La preparación de la muestra se realiza en el farinograph, del cual se obtiene la masa.
- De la masa obtenida se pesa 150 gr y se lleva al boleador del equipo.
- Según el método Brabender del Extensograph, nos pide analizar una muestra 3 veces a distintos tiempos: 30, 60 y 90 min.
- Levantamos la cubierta superior del homogenizador a bolas y colocamos una pieza de masa pesada en la caja guía de la masa del homogenizador a bolas.

- Retiramos la masa del homogenizador a bolas.
- Colocamos la bola de masa en la guía en el medio de la ranura de admisión del rodillo de la masa.
- Después de una pasada la masa sale por la parte de adelante del rodillo de la masa en forma de cilindro de forma pareja y queda depositada sobre la ranura delantera.
- Mientras que la masa es formada pasando por el rodillo de la masa, abrir una de las cámaras del gabinete de fermentación, tomar una bandeja de masa del soporte de bandejas y volver a cerrar el gabinete de fermentación.
- Colocar la bandeja de la masa sobre el soporte delante del rodillo de la masa.
- Presionar las grampas de la masa con los pasadores guía en las respectivas perforaciones. Al realizarlo los dientes de las grampas de la masa se hunden en la masa y los sostiene así en la bandeja de la masa.
- Abrimos el gabinete de fermentación y colocamos la bandeja de la masa con la masa sobre el soporte de la bandeja de la masa del gabinete de fermentación.
- Exactamente luego de transcurrido el tiempo de fermentación determinado retiramos la cámara del gabinete de fermentación la bandeja de la masa.
- Iniciamos la medición, ponemos en marcha el accionamiento para el dispositivo de extensión.
- Ahora la palanca de extensión baja a velocidad constante y estira el tramo de masa de la muestra hasta la rotura. La fuerza actuante en el Extensograma se consigna como función del tiempo.
- Después de la rotura de la masa, el gancho de extensión baja aún más hasta su posición final inferior y desde allí regresa automáticamente hacia su punto de partida.
- Repetimos el mismo procedimiento para los tiempos de 60 y 90 min.
- Los resultados son:
 - Resistencia de la extensión
 - Extensibilidad
 - Máximo

ANEXO 04: PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa wild.*) Y TARWI (*Lupinus mutabilis sweet*)"-

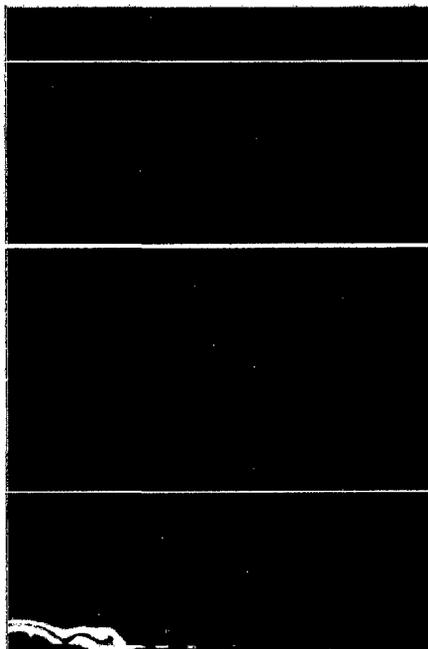
PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE MOHOS Y LEVADURAS EN PLACAS PETRIFILM 3M

1. Se preparó la muestra (moler en un mortero las pastas alimenticias).
2. Colocar 10 g. de la muestra en 90 ml de solución diluyente (agua pectonada al 1%) y homogenizar (movimientos rotatorios) para arrastre de posible microorganismos presentes (dilución 10^{-1}).
3. Se colocó la placa petrifilm en una superficie plana y nivelada y se levantó la película superior.
4. Con la pipeta perpendicular a la placa, se colocó por triplicado 1 ml de cada una de las diluciones en el centro de la película.
5. Se dejó caer la película superior sobre la muestra, cuidando que no se formaran burbujas.
6. Se colocó suavemente el dispersor plástico correspondiente sobre la lámina superior, cubriendo el inóculo.
7. Se levantó el dispersor y se esperó aproximadamente dos minutos para que se solidifique el gel.
8. Identificar la placa con todos los datos importantes (lote, fecha, hora, tipo de análisis).
9. Incubar las placas a 35°C por 3 - 5 días.
10. Posteriormente se realizó el recuento de mohos quienes se observan como colonias grandes, difusas y de color variable, mientras que las levaduras forman colonias pequeñas con borde definido y de color azul- verdoso.
11. Se realizó el reporte en unidades formadoras de colonias por gramo o mililitro, teniendo en cuenta el factor de dilución.



**PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE BACTERIAS AEROBIOS MESÓFILOS EN
PLACAS PETRIFILM 3M**

1. Se preparó la muestra (moler en un mortero las pastas alimenticias).
2. Colocar 10 g. de la muestra en 90 ml de solución diluyente (agua pectonada al 1%) y homogenizar (movimientos rotatorios) para arrastre de posible microorganismos presentes (dilución 10^{-1}).
3. Se colocó la placa petrifilm en una superficie plana y nivelada y se levantó la película superior.
4. Con la pipeta perpendicular a la placa, se colocó por triplicado 1 ml de cada una de las diluciones en el centro de la película.
5. Se dejó caer la película superior sobre la muestra, cuidando que no se formaran burbujas.
6. Se colocó suavemente el dispersor plástico correspondiente sobre la lámina superior, cubriendo el inóculo.
7. Se levantó el dispersor y se esperó aproximadamente dos minutos para que se solidifique el gel.
8. Identificar la placa con todos los datos importantes (lote, fecha, hora, tipo de análisis).
9. Incubar las placas a 35°C por 48 horas.
10. Posteriormente se realizó el recuento de unidades formadoras de colonia que presentaron color rojizo.
11. Se realizó el reporte en unidades formadoras de colonias por gramo o mililitro, teniendo en cuenta el factor de dilución.



ANEXO 05: ANÁLISIS REOLÓGICOS DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa wild.*) Y TARWI (*Lupinus mutabilis sweet*)".

ANÁLISIS REOLÓGICOS DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI-ANÁLISIS AMILOGRAFICO

Brabender® Amylograph

Brabender Model: 10111

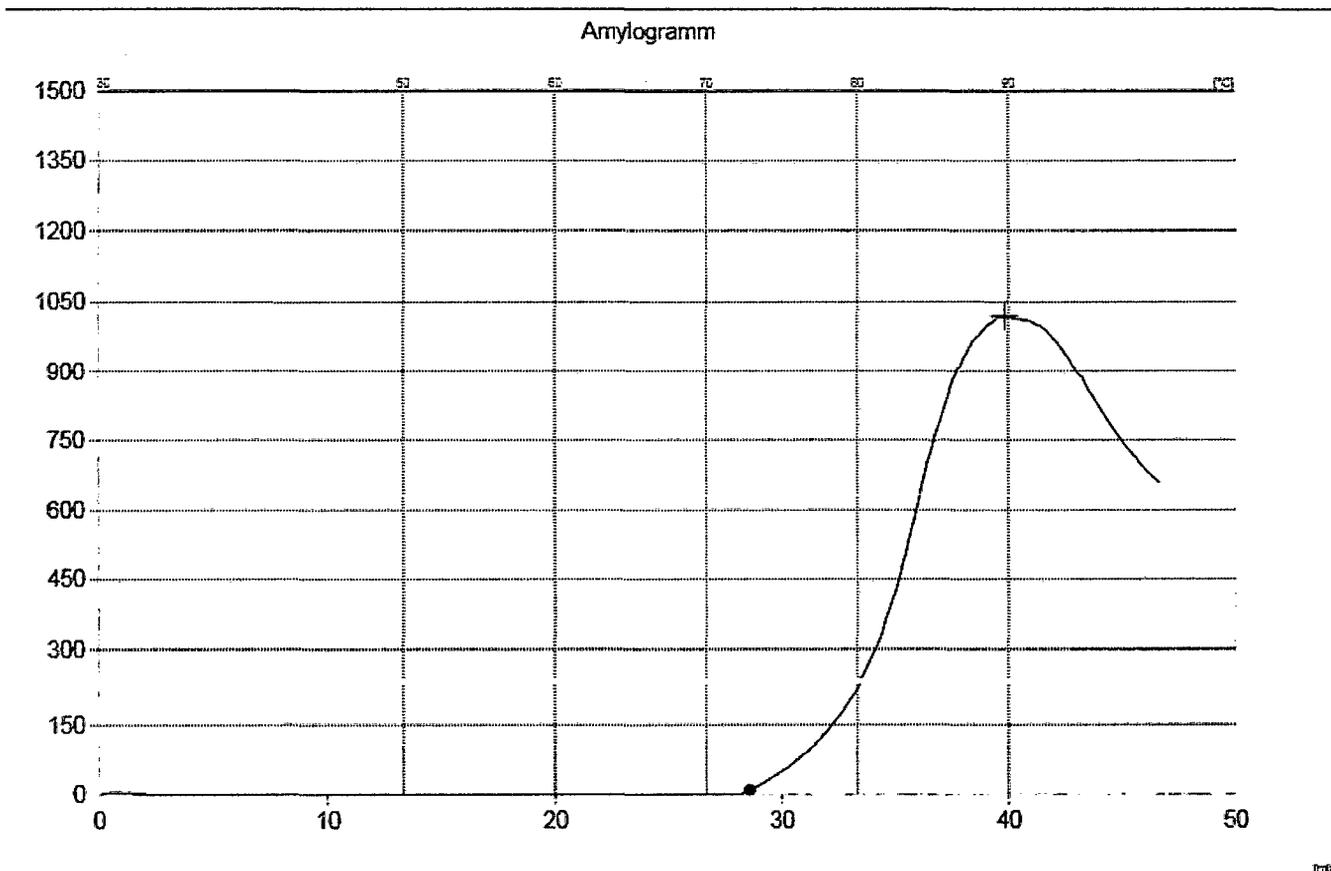
Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)

Evaluation of sample: harina fideera
Date: 25/06/2013 08:34
Operator: john
Heating rate: 1.5 °C/min

Moisture: 14.6 %
Sample weight corr. to 14.0 % : (80.6 g / 449.4 ml)

Begin of gelatinization: 72.9 °C
Gelatinization temperature: 89.8 °C
Gelatinization maximum: 1018 AU

Remarks: harina fideera



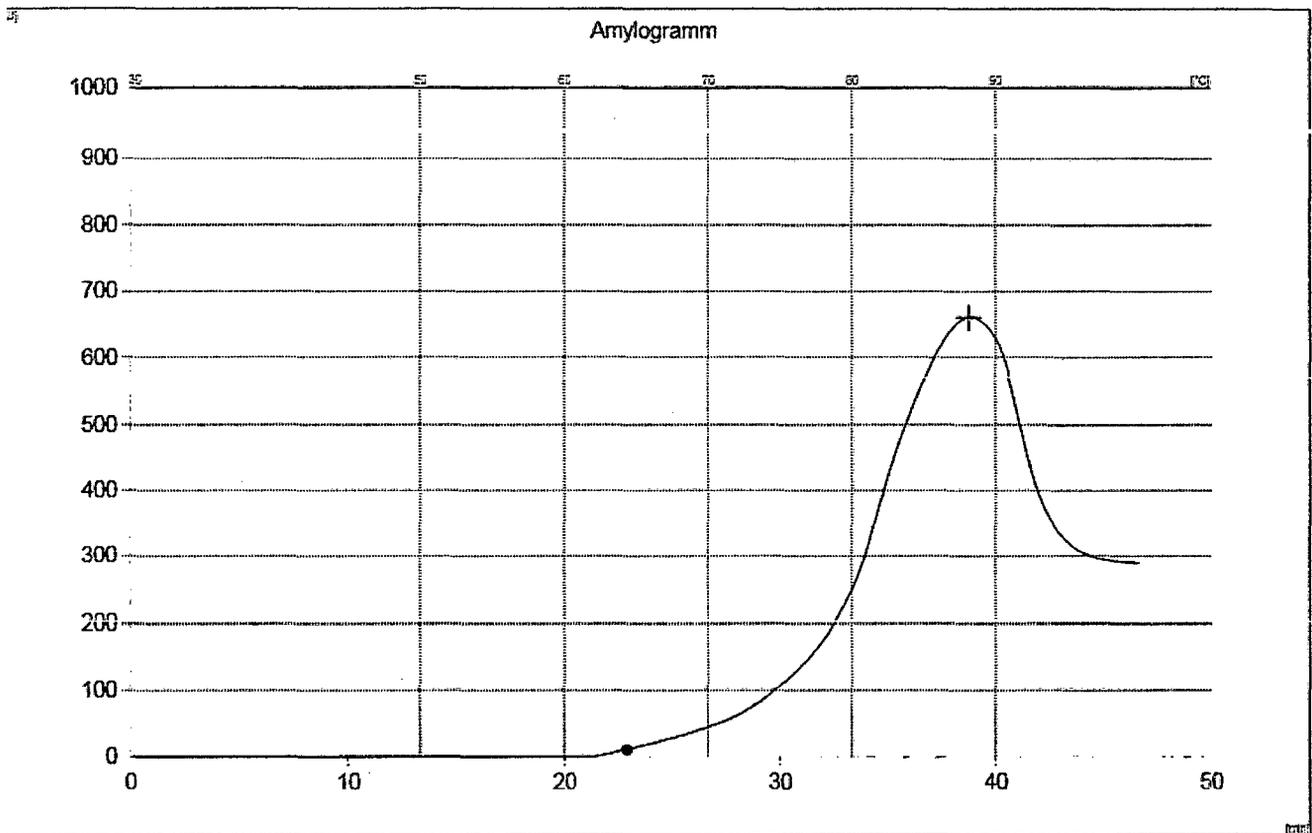
Brabender® Amylograph

Brabender | Abstraktion
De-Val-Gesetz

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)
Evaluation of sample: mezcla 1
Date: 19/07/2013 09:02
Operator: john
Heating rate: 1.5 °C/min
Moisture: 14.1 %
Sample weight corr. to 14.0 % : (80.1 g / 449.9 ml)

Begin of gelatinization: 64.4 °C
Gelatinization temperature: 88.1 °C
Gelatinization maximum: 660 AU

Remarks: h. trigo 80%- h. de tarwi 5% - h. de quinua 15%



Fest: noname

Brabender® Amylograph

Brabender® MEASUREMENT
LABORATORY

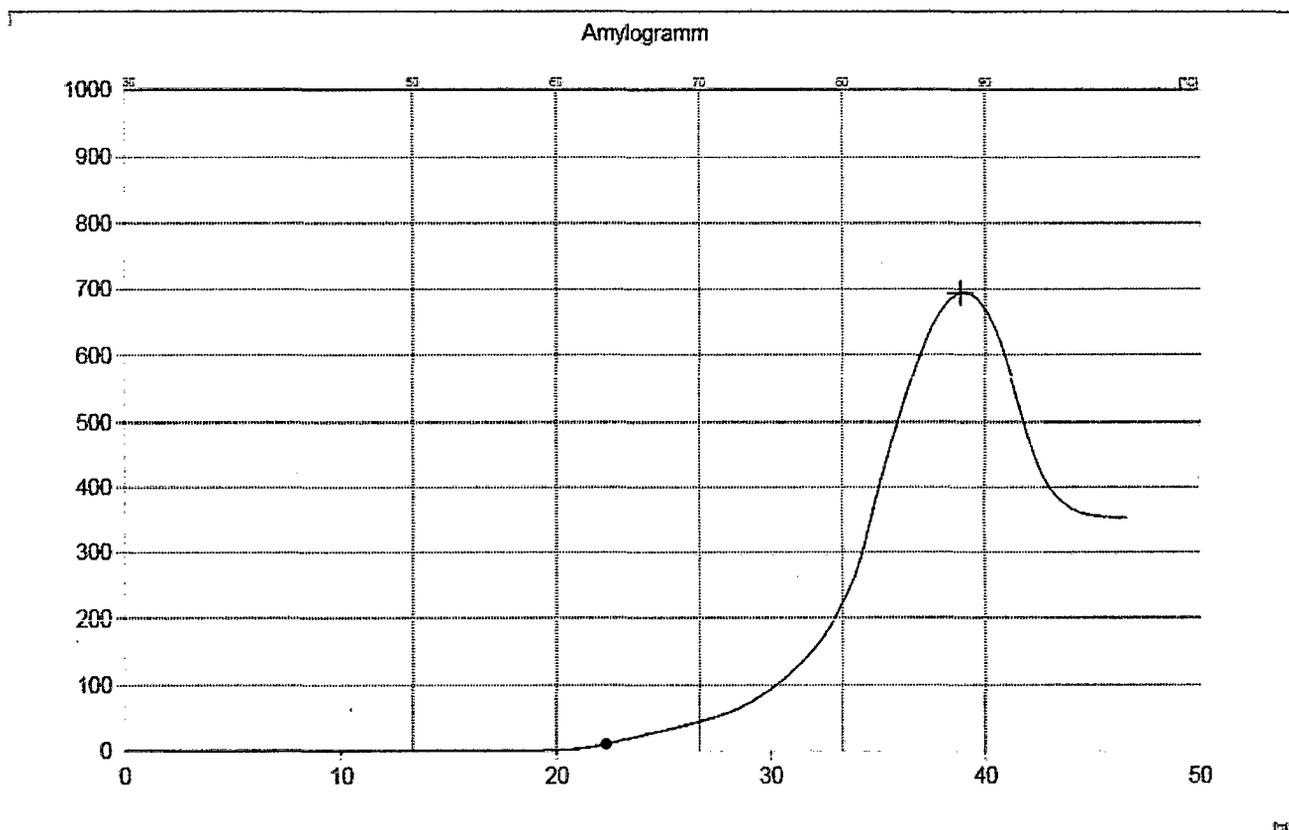
Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)

Evaluation of sample: mezcla 2
Date: 19/07/2013 10:33
Operator: john
Heating rate: 1.5 °C/min

Moisture: 12.9 %
Sample weight corr. to 14.0 % : (79.0 g / 451.0 ml)

Begin of gelatinization: 63.5 °C
Gelatinization temperature: 88.3 °C
Gelatinization maximum: 694 AU

Remarks: h. trigo 80%- h. de tarwi 10% - h. de quinua 10%



est: noname

Brabender® Amylograph

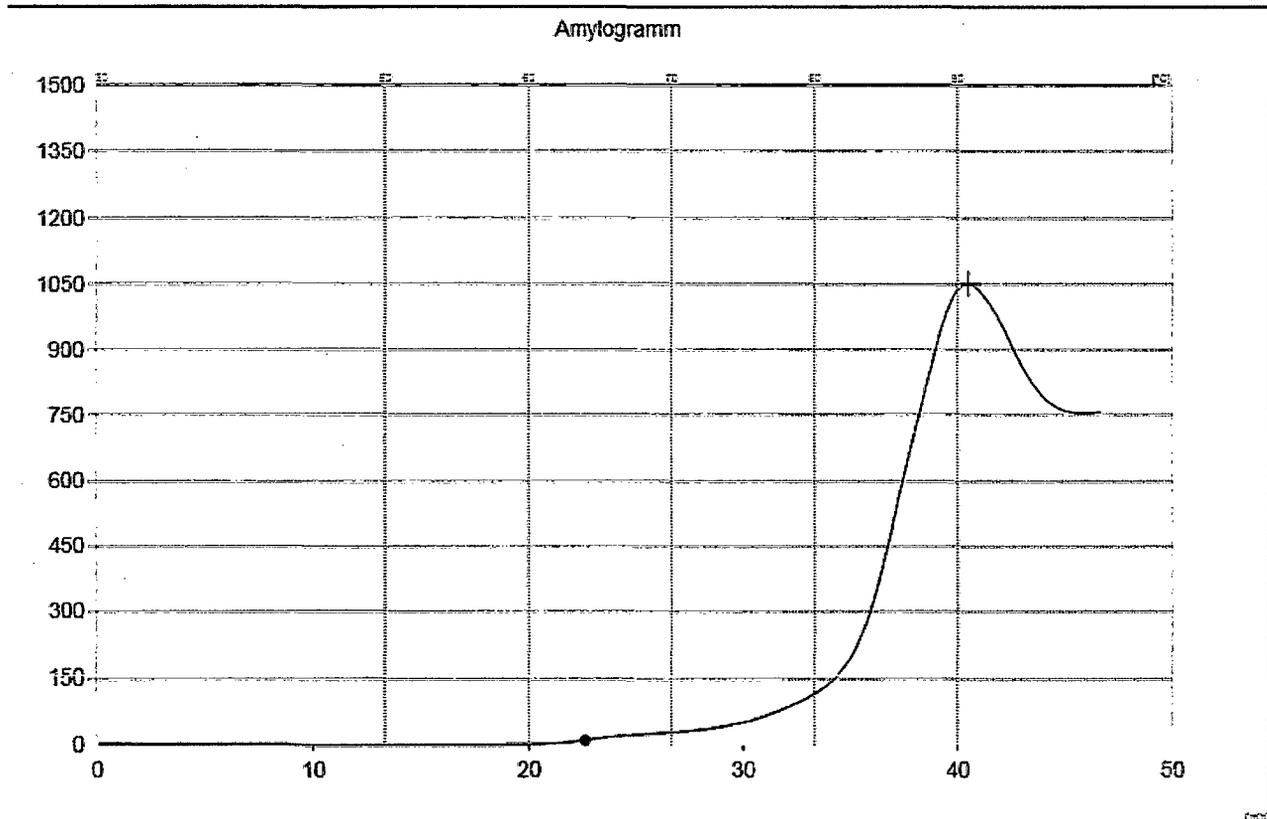
brabender
INSTRUMENTS
LABORATORY

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)
Evaluation of sample: formulacion 4
Date: 06/09/2013 09:54
Operator: Ing. John Gonzales
Heating rate: 1.5 °C/min

Moisture: 13.6 %
Sample weight corr. to 14.0 % : (79.6 g / 450.4 ml)

Begin of gelatinization: 64.0 °C
Gelatinization temperature: 90.8 °C
Gelatinization maximum: 1051 AU

Remarks: h. trigo 80% - h. tarwi 15% - h. quinua 5%

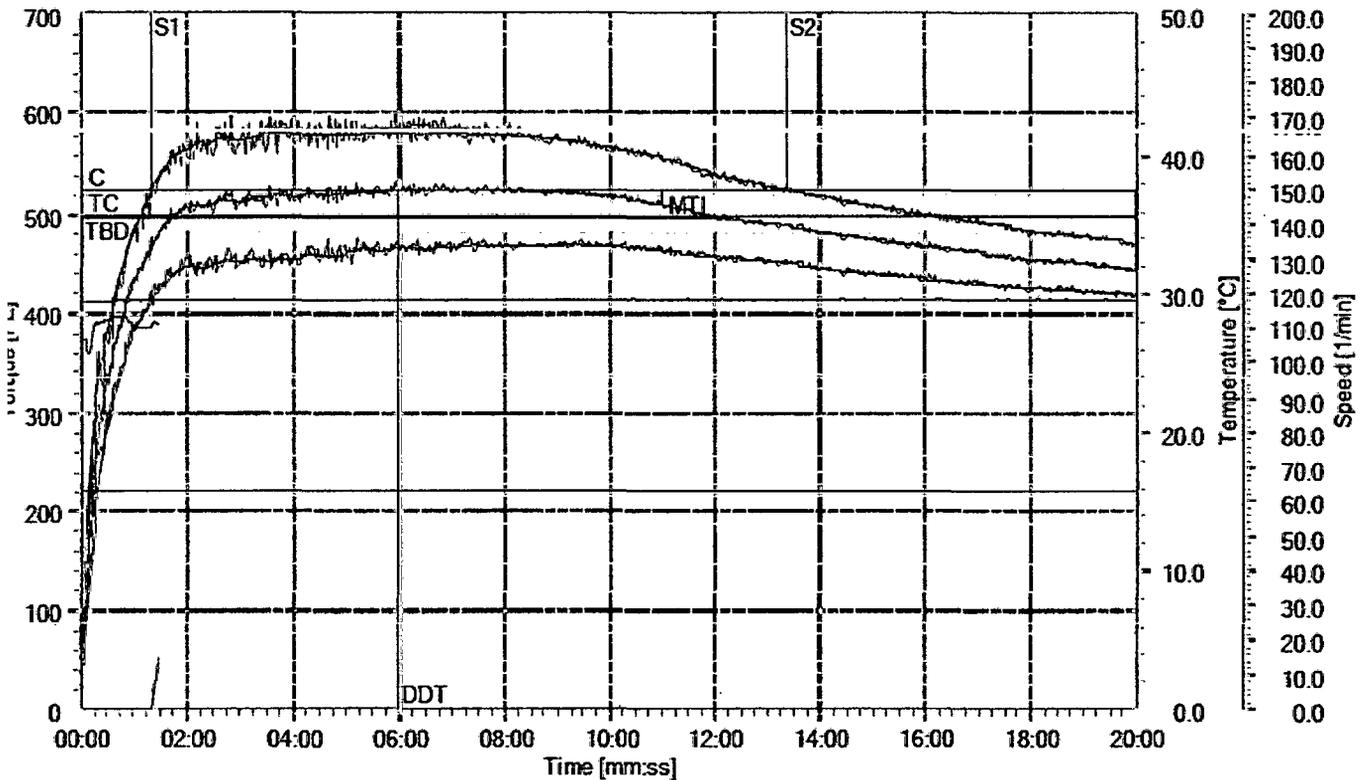


t: noname

ANÁLISIS REOLÓGICOS DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI-ANÁLISIS FARINOGRÁFICO

Farinograph® 2010

Order:		Date:	6/25/2013 9:06:11 AM
Code number:		User:	harina fideera
Sample:	harina fideera		
Method:	AACC 300	Speed:	63.0
Evaluation:	AACC	Measuring time:	20:00
Mixer:	300 g	Mixer info:	1925864
Sample weight:	302.1 g	Default moisture content:	14.0 %
Moisture content:	14.6 %	Default consistency:	500 FE
WA (given):	56.0 %	Min. consistency range:	480 FE
Additional liquid:	0.0 %	Max. consistency range:	520 FE
Remarks:	primer ensayo		



Evaluation			
Point	Unit	Value	Description
	mm:ss	20:00	Measuring time
	°C	27.8	Dosing temperature
	mm:ss	05:58	Development time
	FE	526	Consistency
	%	56.0	Water absorption
	%	56.7	Water absorption corr. for default consistency
	%	57.4	Water absorption corr. for default moisture content
	mm:ss	12:02	Stability
	FE	15	Tolerance index (MTI)
	mm	123	Farinograph quality number
	FE	81	Drop-off
	mm:ss	12:18	Time to breakdown

Farinograph® 2010

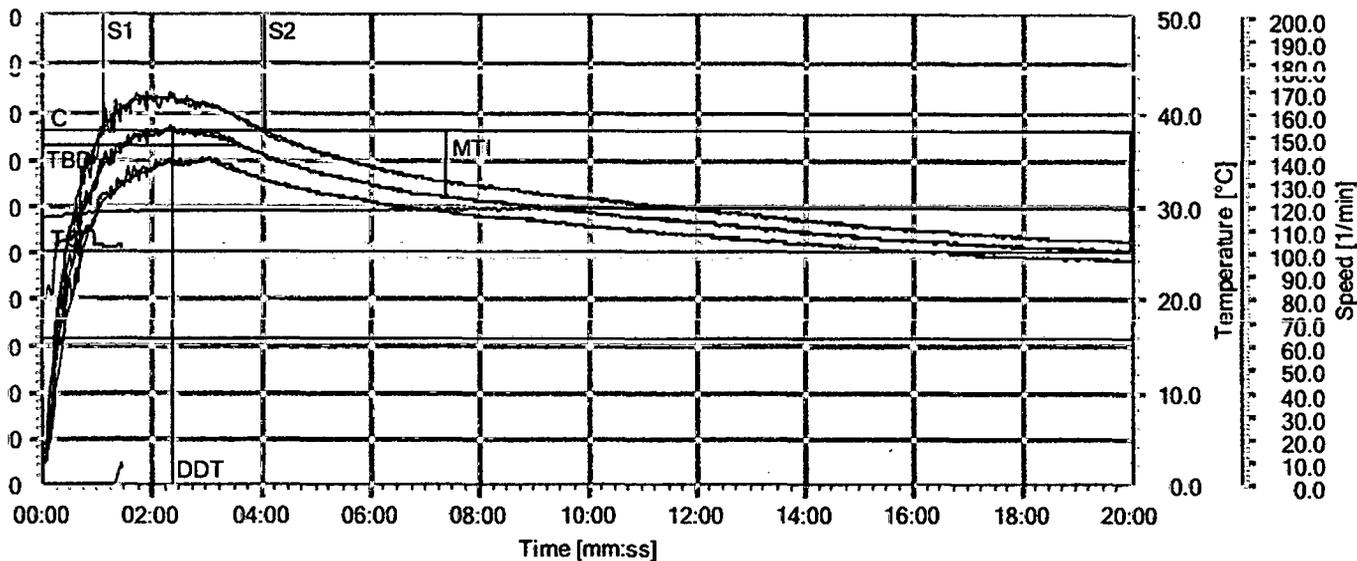
Date: 8/ 26/ 2013 9:52:46 AM
 User: lng john

harina trigo 80%h quinua 15%h tarwi

AACC 300
 AACC
 300 g
 300.7 g
 14.2 %
 56.0 %
 0.0 %

Speed: 63.0 1/ min
 Measuring time: 20:00 mm:ss
 Mixer info: 1925864
 Default moisture content: 14.0 %
 Default consistency: 500 FE
 Min. consistency range: 480 FE
 Max. consistency range: 520 FE

primer ensayo

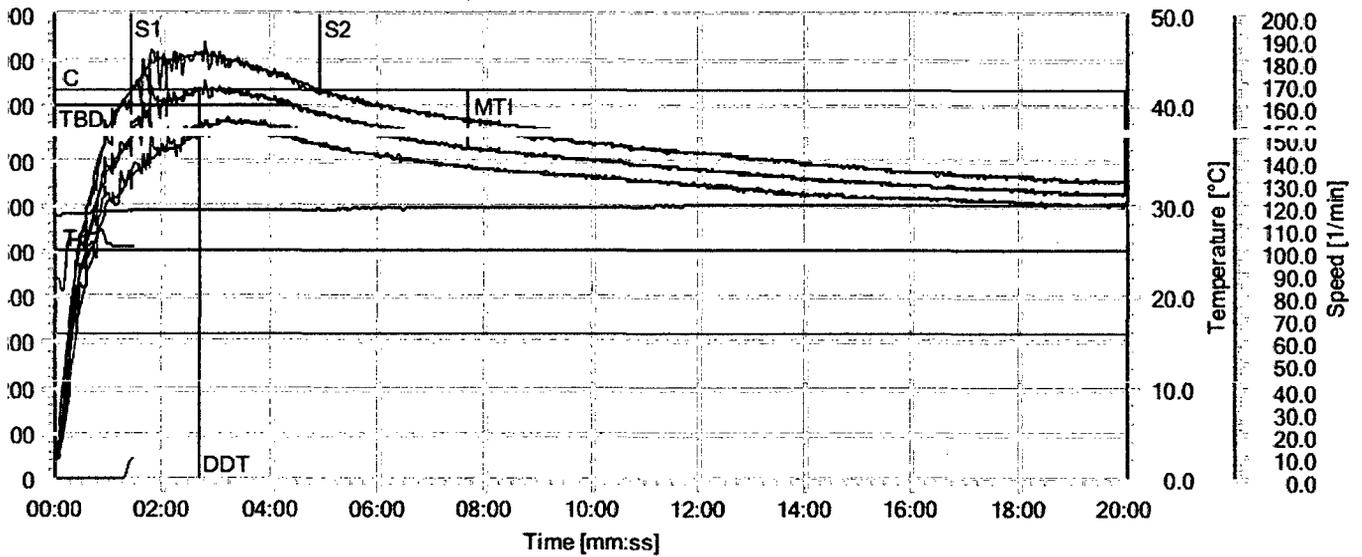


- Premixing
- Dosing temperature
- Mean value
- Mean (smoothed)
- Minimum
- Min. (smoothed)
- Maximum
- Max. (smoothed)
- Mixer temperature
- Stock temperature
- Circulator temperature
- Speed

Evaluation		
Unit	Value	Description
mm:ss	20:00	Measuring time
°C	25.5	Dosing temperature
mm:ss	02:22	Development time
FE	763	Consistency
%	56.0	Water absorption
%	62.6	Water absorption corr. for default consistency
%	62.8	Water absorption corr. for default moisture content
mm:ss	02:55	Stability
FE	144	Tolerance index (MTI)
mm	36	Farinograph quality number
FE	261	Drop-off
mm:ss	03:36	Time to breakdown

Farinograph® 2010

harina trigo 80%-h quinua 10%-h tarwi 10%		Date: 8/26/2013 10:42:06 AM
AACC 300		User: Ing john
AACC	Speed: 63.0	1/ min
300 g	Measuring time: 20:00	mm:ss
298.6 g	Mixer info: 1925864	
13.6 %	Default moisture content: 14.0	%
56.0 %	Default consistency: 500	FE
0.0 %	Min. consistency range: 480	FE
primer ensayo	Max. consistency range: 520	FE



- | | | |
|---------------------|--------------------------|---------------------|
| — Premixing | — Dosing temperature | — Mean value |
| — Mean (smoothed) | — Minimum | — Min. (smoothed) |
| — Maximum | — Max. (smoothed) | — Mixer temperature |
| — Stock temperature | — Circulator temperature | — Speed |

Evaluation			
Point	Unit	Value	Description
	mm:ss	20:00	Measuring time
	°C	25.5	Dosing temperature
	mm:ss	02:41	Development time
	FE	834	Consistency
	%	56.0	Water absorption
	%	64.4	Water absorption corr. for default consistency
	%	63.9	Water absorption corr. for default moisture content
	mm:ss	03:33	Stability
	FE	108	Tolerance index (MTI)
	mm	43	Farinograph quality number
	FE	210	Drop-off
	mm:ss	04:18	Time to breakdown

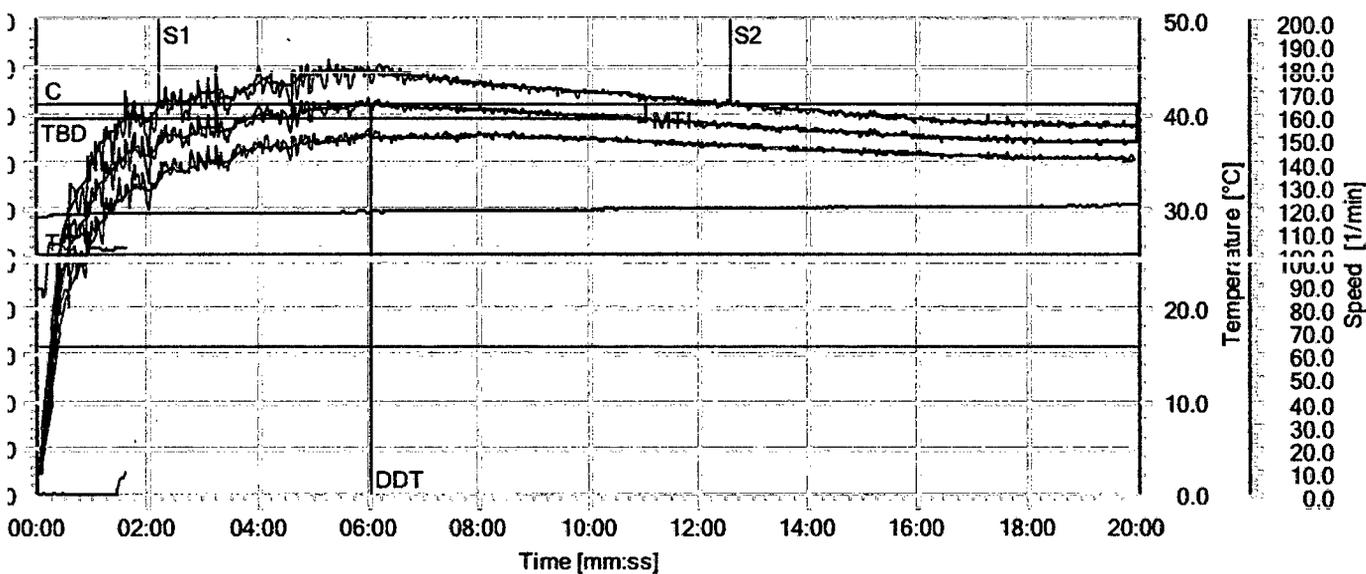
Farinograph® 2010

Date: 8/26/2013 11:22:46 AM
 User: lng john

harina trigo 80%h quinua 5%h tarwi 15%

AACC 300
 AACC
 300 g
 299.3 g
 13.8 %
 56.0 %
 0.0 %
 primer ensayo

Speed: 63.0 1/min
 Measuring time: 20:00 mm:ss
 Mixer info: 1925864
 Default moisture content: 14.0 %
 Default consistency: 500 FE
 Min. consistency range: 480 FE
 Max. consistency range: 520 FE



- Premixing
- Dosing temperature
- Mean value
- Mean (smoothed)
- Minimum
- Min. (smoothed)
- Maximum
- Max. (smoothed)
- Mixer temperature
- Stock temperature
- Circulator temperature
- Speed

Evaluation			
Point	Unit	Value	Description
	mm:ss	20:01	Measuring time
	°C	25.6	Dosing temperature
	mm:ss	06:02	Development time
	FE	823	Consistency
	%	56.0	Water absorption
	%	64.1	Water absorption corr. for default consistency
	%	63.9	Water absorption corr. for default moisture content
	mm:ss	10:23	Stability
	FE	32	Tolerance index (MTI)
	mm	108	Farinograph quality number
	FE	82	Drop-off
	mm:ss	10:48	Time to breakdown

ANÁLISIS REOLÓGICOS DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI- ANÁLISIS EXTENSOGRAFICO

2500...
2013/09/04

Brabender® Extensograph

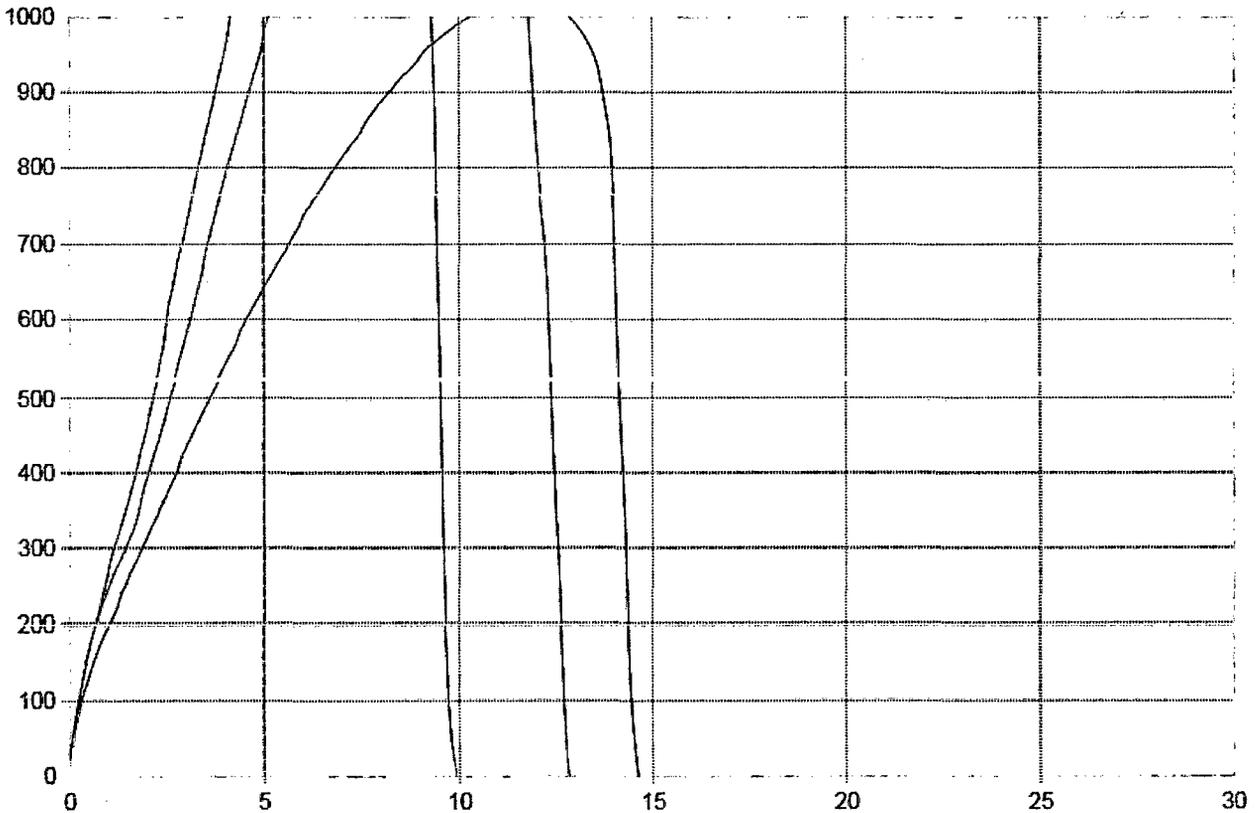
Evaluation of sample: harina fideidera
Date: 04/09/2013
Operator: ing. john

Test after 30/60/90 Minutes
Waterabsorption: 56.0 %

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	181	211	164
Resistance to Extension [BU]:	647	987	1194
Extensibility [mm]:	146	129	99
Maximum [BU]:	1024	1434	1490
Ratio Number:	4.4	7.7	12.0
Ratio Number (Max.):	7.0	11.2	15.0

Remarks: harina fideidera
harina fideidera

Extensogram



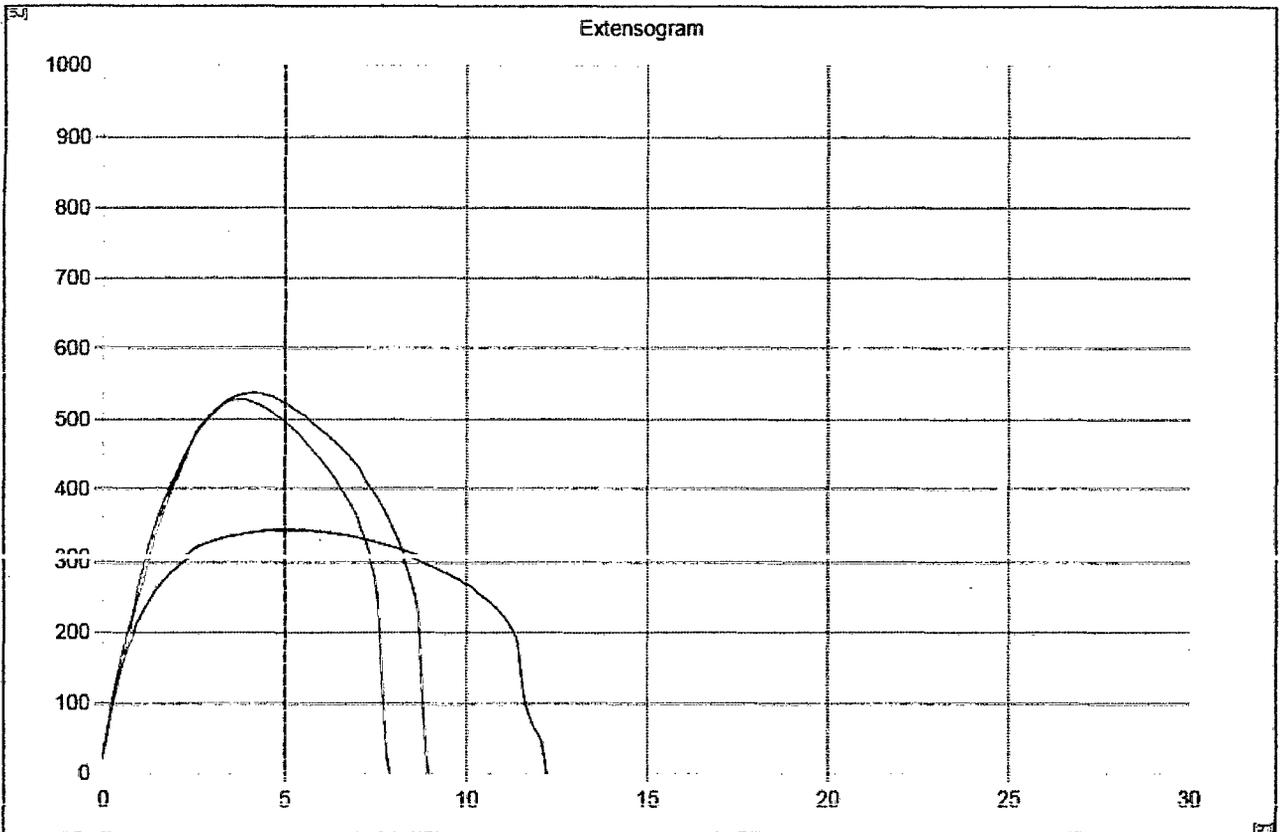
Brabender® Extensograph

Evaluation of sample: formulacion 2
Date: 27/08/2013
Operator: ing. john

Test after 30/60/90 Minutes
Waterabsorption: 56.0 %

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	60	64	54
Resistance to Extension [BU]:	340	522	494
Extensibility [mm]:	122	90	79
Maximum [BU]:	340	538	528
Ratio Number:	2.8	5.8	6.3
Ratio Number (Max.):	2.8	6.0	6.7

Remarks: formulacion 2
formulacion 2



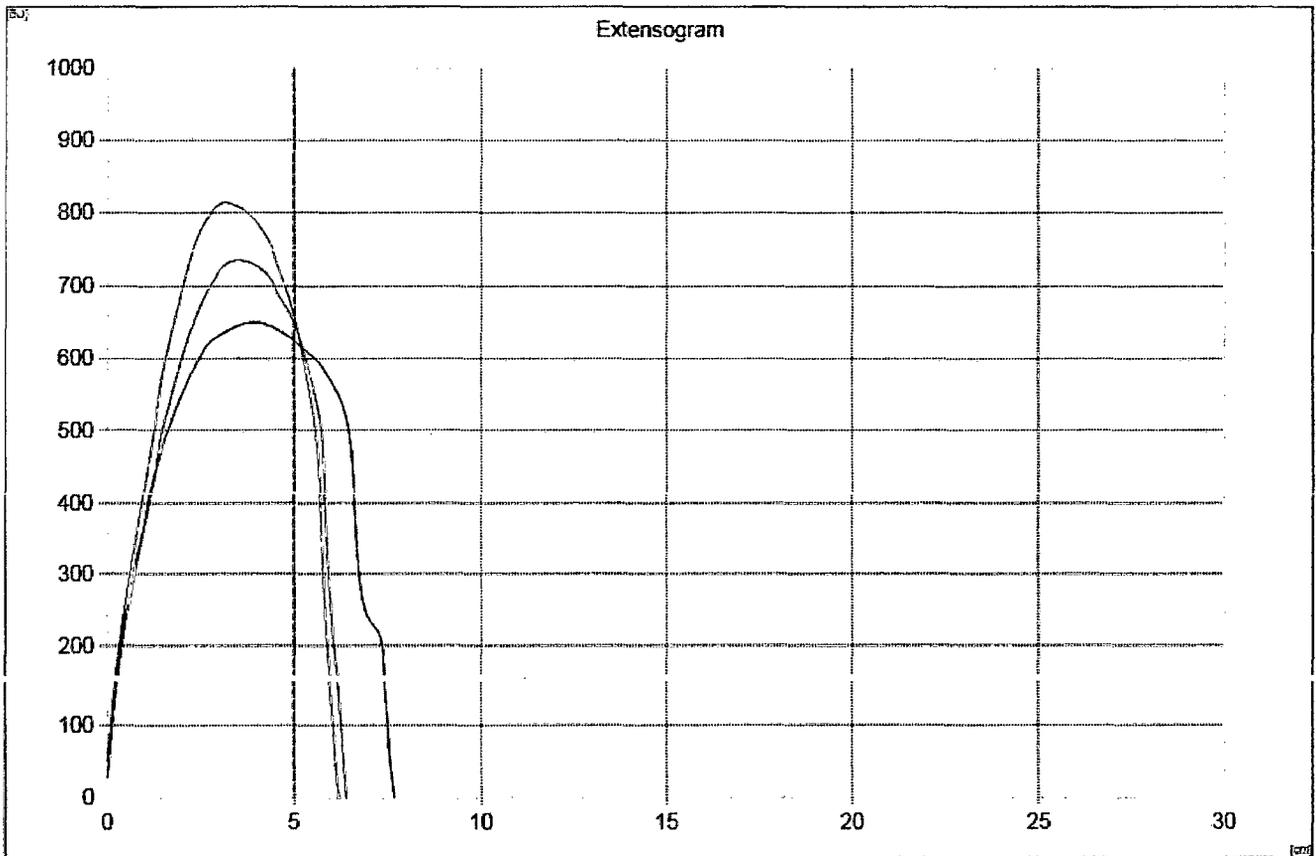
Brabender® Extensograph

Evaluation of sample: formulacion 3
Date: 28/08/2013
Operator: ing. john

Test after 30/60/90 Minutes
Waterabsorption: 56.0 %

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	66	60	64
Resistance to Extension [BU]:	623	644	648
Extensibility [mm]:	77	64	62
Maximum [BU]:	650	737	814
Ratio Number:	8.1	10.1	10.5
Ratio Number (Max.):	8.5	11.5	13.2

Remarks: formulacion 3
formulacion 3



Brabender® Extensograph

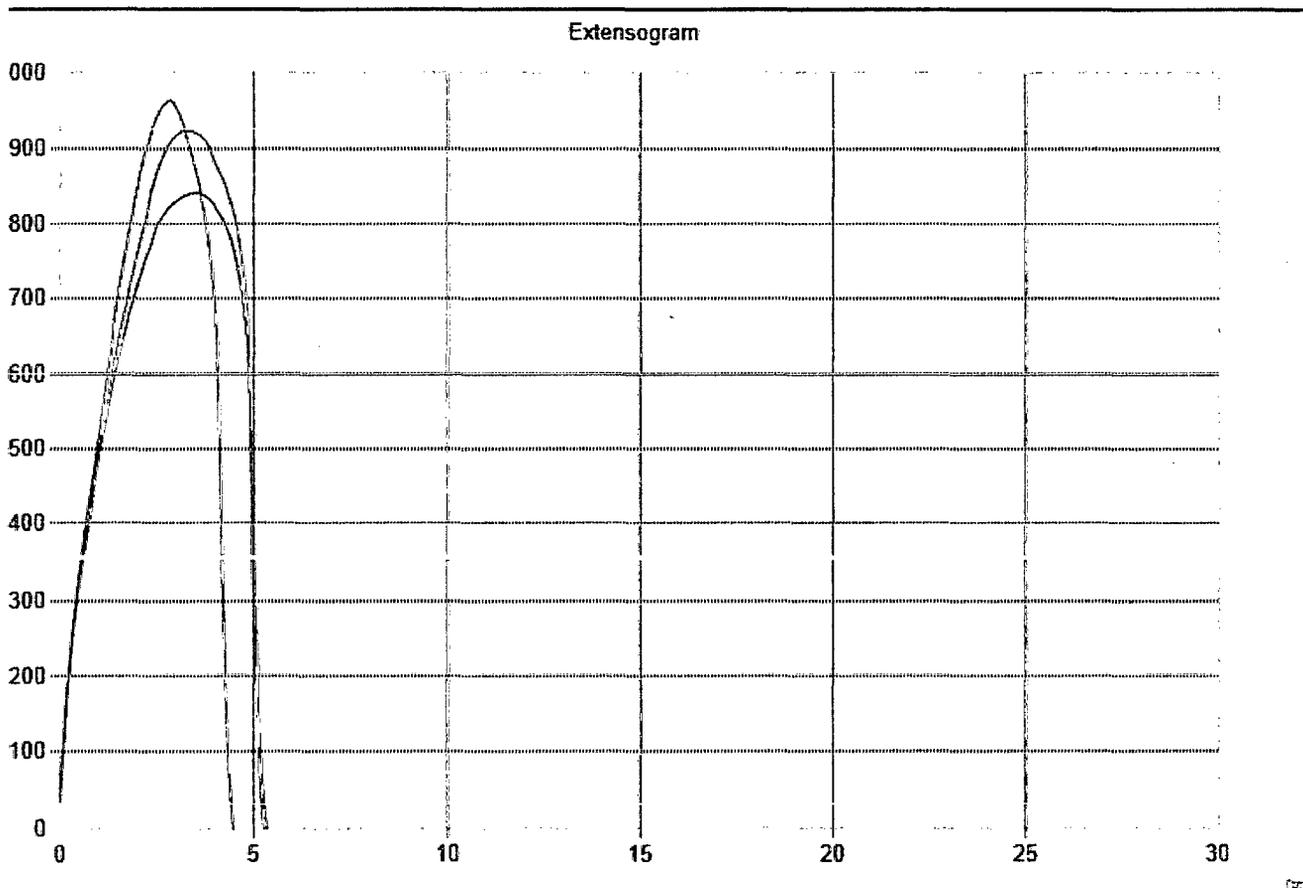
Evaluation of sample: formulacion 4
 Date: 02/09/2013
 Operator: ing. john

Test after 30/60/90 Minutes

Waterabsorption: 56.0 %

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	59	62	52
Resistance to Extension [BU]:	310	196	47
Extensibility [mm]:	53	53	45
Maximum [BU]:	841	924	963
Ratio Number:	5.8	3.7	1.0
Ratio Number (Max.):	15.8	17.6	21.5

Remarks: formulacion 4
 formulacion 4



**ANEXO 06: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS
CON HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinua wild.*) Y TARWI (*Lupinus mutabilis
sweet*)"- ANÁLISIS REOLOGICOS.**

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI-ANALISIS AMILOGRAFICO**

ANÁLISIS: Máximo Gelatinización (AU)

MÁXIMO GELATINIZACIÓN (AU)	S1	S2	S3	S4
R1	1018	660	694	1051
R2	1017	661	692	1050
R3	1019	659	695	1052

Análisis de Varianza (ANVA)

	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Formulación	387110,000	3	129036,667	96777,500	0,000
Error	10,667	8	1,333		
Total	387120,667	11			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones aplicadas en la elaboración de pastas, con respecto al **MÁXIMO GELATINIZACIÓN** del Análisis Amilografico, al 5% de significancia.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE MÁXIMO GELATINIZACIÓN

(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	358,0000000*	0,9428090	0,000	354,980794	361,019206
	S3	324,3333333*	0,9428090	0,000	321,314127	327,352540
	S4	-33,0000000*	0,9428090	0,000	-36,019206	-29,980794
S2	S1	-358,0000000*	0,9428090	0,000	-361,019206	-354,980794
	S3	-33,6666667*	0,9428090	0,000	-36,685873	-30,647460
	S4	-391,0000000*	0,9428090	0,000	-394,019206	-387,980794
S3	S1	-324,3333333*	0,9428090	0,000	-327,352540	-321,314127
	S2	33,6666667*	0,9428090	0,000	30,647460	36,685873
	S4	-357,3333333*	0,9428090	0,000	-360,352540	-354,314127
S4	S1	33,0000000*	0,9428090	0,000	29,980794	36,019206
	S2	391,0000000*	0,9428090	0,000	387,980794	394,019206
	S3	357,3333333*	0,9428090	0,000	354,314127	360,352540

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Se ha establecido estadísticamente que entre las formulaciones S1, S2, S3, y S4 hay diferencias altamente significativas al 5%.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI-ANÁLISIS AMILOGRAFICO**

ANÁLISIS: Temperatura de Gelatinización (°C)

TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN (°C)	S1	S2	S3	S4
R1	89.8	88.1	88.3	90.8
R2	89.6	88	88.1	90.9
R3	90	88.2	88.5	90.7

Análisis de Varianza (ANVA)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Formulación	224706,000	3	74902,000	0,702	0,577
Error	853940,000	8	106742,500		
Total	1078646,000	11			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones aplicadas en la elaboración de pastas, con respecto a la **TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN** del Análisis Amilografico, al 5% de significancia.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN

(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	11,0000000	266,7614415	1,000	-843,264037	865,264037
	S3	-255,0000000	266,7614415	0,777	-1109,264037	599,264037
	S4	-280,0000000	266,7614415	0,727	-1134,264037	574,264037
S2	S1	-11,0000000	266,7614415	1,000	-865,264037	843,264037
	S3	-266,0000000	266,7614415	0,755	-1120,264037	588,264037
	S4	-291,0000000	266,7614415	0,704	-1145,264037	563,264037
S3	S1	255,0000000	266,7614415	0,777	-599,264037	1109,264037
	S2	266,0000000	266,7614415	0,755	-588,264037	1120,264037
	S4	-25,0000000	266,7614415	1,000	-879,264037	829,264037
S4	S1	280,0000000	266,7614415	0,727	-574,264037	1134,264037
	S2	291,0000000	266,7614415	0,704	-563,264037	1145,264037
	S3	25,0000000	266,7614415	1,000	-829,264037	879,264037

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Se ha establecido estadísticamente que entre las formulaciones S1, S2, S3, y S4 son iguales.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI-ANÁLISIS FARINOGRÁFICO**

ANÁLISIS: Absorción de Agua (%)

ABSORCION DE AGUA (%)	S1	S2	S3	S4
R1	56.7	62.6	64.4	64.1
R2	56.8	62.8	64.3	64.2
R3	56.6	62.4	64.5	64

Análisis de Varianza (ANVA)

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Formulación	115,830	3	38,610	2206,286	0,000
Error	,140	8	0,018		
Total	115,970	11			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre as formulaciones aplicadas en la elaboración de pastas, con respecto a la **ABSORCIÓN DE AGUA** del Análisis Farinográfico, al 5% de significancia.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE ABSORCIÓN DE AGUA

(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	-5,900000*	0,1080123	0,000	-6,245894	-5,554106
	S3	-7,700000*	0,1080123	0,000	-8,045894	-7,354106
	S4	-7,400000*	0,1080123	0,000	-7,745894	-7,054106
S2	S1	5,900000*	0,1080123	0,000	5,554106	6,245894
	S3	-1,800000*	0,1080123	0,000	-2,145894	-1,454106
	S4	-1,500000*	0,1080123	0,000	-1,845894	-1,154106
S3	S1	7,700000*	0,1080123	0,000	7,354106	8,045894
	S2	1,800000*	0,1080123	0,000	1,454106	2,145894
	S4	0,300000	0,1080123	0,091	-0,045894	,645894
S4	S1	7,400000*	0,1080123	0,000	7,054106	7,745894
	S2	1,500000*	0,1080123	0,000	1,154106	1,845894
	S3	-0,300000	0,1080123	0,091	-0,645894	0,045894

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Se ha establecido estadísticamente que las formulaciones S3 y S4 son iguales.

Existiendo diferencias estadísticas significativas entre los bloques de las formulaciones S1 con S2, S3, S4 y S2 con S1, S3, S4 y S3 con S1, S2 y S4 con S1, S2.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI-ANÁLISIS FARINOGRÁFICO**

ANÁLISIS: Consistencia (FE)

CONSISTENCIA (FE)	S1	S2	S3	S4
R1	523	761	835	824
R2	528	766	833	820
R3	526	763	834	823

Análisis de Varianza (ANVA)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Formulación	186132,667	3	62044,222	13787,605	0,000
Error	36,000	8	4,500		
Total	186168,667	11			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre as formulaciones aplicadas en la elaboración de pastas, con respecto a la **CONSISTENCIA** del Análisis Farinográfico, al 5% de significancia.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE CONSISTENCIA

(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	-237,6666667*	1,7320508	0,000	-243,213303	-232,120030
	S3	-308,3333333*	1,7320508	0,000	-313,879970	-302,786697
	S4	-296,6666667*	1,7320508	0,000	-302,213303	-291,120030
S2	S1	237,6666667*	1,7320508	0,000	232,120030	243,213303
	S3	-70,6666667*	1,7320508	0,000	-76,213303	-65,120030
	S4	-59,0000000*	1,7320508	0,000	-64,546636	-53,453364
S3	S1	308,3333333*	1,7320508	0,000	302,786697	313,879970
	S2	70,6666667*	1,7320508	0,000	65,120030	76,213303
	S4	11,6666667*	1,7320508	0,001	6,120030	17,213303
S4	S1	296,6666667*	1,7320508	0,000	291,120030	302,213303
	S2	59,0000000*	1,7320508	0,000	53,453364	64,546636
	S3	-11,6666667*	1,7320508	0,001	-17,213303	-6,120030

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Se ha establecido estadísticamente que entre las formulaciones S1, S2, S3, y S4 hay diferencias altamente significativas al 5%.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI-ANÁLISIS EXTENSOGRAFICO**

ANÁLISIS: Resistencia a la Extensión a 30 minutos (FE)

RESISTENCIA DE LA EXTENSIÓN (BU)	S1	S2	S3	S4
R1	647	340	623	310
R2	649	342	622	308
R3	646	341	625	311

ANÁLISIS: Resistencia a la Extensión a 60 minutos (FE)

RESISTENCIA DE LA EXTENSIÓN (BU)	S1	S2	S3	S4
R1	987	522	644	196
R2	988	521	640	194
R3	985	525	649	198

ANÁLISIS: Resistencia a la Extensión a 90 minutos (FE)

RESISTENCIA DE LA EXTENSIÓN (BU)	S1	S2	S3	S4
R1	1194	494	648	47
R2	1190	497	644	49
R3	1193	493	647	45

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Resistencia a la extensión

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3358967,222	11	305360,657	65434,426	0,000
Intersección	11060058,778	1	11060058,778	2370012,595	0,000
F	2742007,222	3	914002,407	195857,659	0,000
t	98772,722	2	49386,361	10582,792	0,000
F * t	518187,278	6	86364,546	18506,688	0,000
Error	112,000	24	4,667		
Total	14419138,000	36			
Total corregida	3359079,222	35			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones y el tiempo de fermentación aplicadas en la elaboración de pastas, con respecto a la **RESISTENCIA A LA EXTENSIÓN** del Análisis Extensográfico al 5% de significancia.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA EXTENSIÓN

FORMULACIONES

(i) Formulación	(j) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	489,333333*	1,0183502	0,000	486,524103	492,142563
	S3	304,111111*	1,0183502	0,000	301,301881	306,920341
	S4	757,888889*	1,0183502	0,000	755,079659	760,698119
S2	S1	-489,333333*	1,0183502	0,000	-492,142563	-486,524103
	S3	-185,222222*	1,0183502	0,000	-188,031452	-182,412992
	S4	268,555556*	1,0183502	0,000	265,746326	271,364785
S3	S1	-304,111111*	1,0183502	0,000	-306,920341	-301,301881
	S2	185,222222*	1,0183502	0,000	182,412992	188,031452
	S4	453,777778*	1,0183502	0,000	450,968548	456,587008
S4	S1	-757,888889*	1,0183502	0,000	-760,698119	-755,079659
	S2	-268,555556*	1,0183502	0,000	-271,364785	-265,746326
	S3	-453,777778*	1,0183502	0,000	-456,587008	-450,968548

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Se ha establecido estadísticamente que entre las formulaciones S1, S2, S3, y S4 hay diferencias altamente significativas al 5%.

TIEMPO

(I)Tiempo	(J)Tiempo	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
30 minutos	60 minutos	-107,083333*	0,8819171	0,000	-109,285734	-104,880933
	90 minutos	-114,750000*	0,8819171	0,000	-116,952400	-112,547600
60 minutos	30 minutos	107,083333*	0,8819171	0,000	104,880933	109,285734
	90 minutos	-7,666667*	0,8819171	0,000	-9,869067	-5,464266
90 minutos	30 minutos	114,750000*	0,8819171	0,000	112,547600	116,952400
	60 minutos	7,666667*	0,8819171	0,000	5,464266	9,869067

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Se ha establecido estadísticamente que entre los tiempos de fermentación de 30, 60 y 90 minutos hay diferencias altamente significativas al 5%.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI-ANÁLISIS EXTENSOGRAFICO**

ANÁLISIS: Extensibilidad a 30 minutos (mm)

EXTENSIBILIDAD (mm)	S1	S2	S3	S4
R1	144	120	78	51
R2	147	123	75	55
R3	146	122	77	53

ANÁLISIS: Extensibilidad a 60 minutos (mm)

EXTENSIBILIDAD (mm)	S1	S2	S3	S4
R1	129	90	64	53
R2	128	92	63	54
R3	127	91	66	53

ANÁLISIS: Extensibilidad a 90 minutos (mm)

EXTENSIBILIDAD (mm)	S1	S2	S3	S4
R1	99	79	62	45
R2	97	76	61	43
R3	98	77	64	44

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Extensibilidad

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	35561,889 ^a	11	3232,899	1737,080	0,000
Intersección	257725,444	1	257725,444	138479,343	0,000
F	28455,222	3	9485,074	5096,458	0,000
t	4991,722	2	2495,861	1341,060	0,000
F * t	2114,944	6	352,491	189,398	0,000
Error	44,667	24	1,861		
Total	293332,000	36			
Total corregida	35606,556	35			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones y el tiempo de fermentación aplicadas en la elaboración de pastas, con respecto a la **EXTENSIBILIDAD** del Análisis Extensográfico al 5% de significancia.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE LA EXTENSIBILIDAD

FORMULACIONES

(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error tip.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	27,222222*	0,6431021	0,000	25,448155	28,996289
	S3	56,111111*	0,6431021	0,000	54,337044	57,885178
	S4	73,777778*	0,6431021	0,000	72,003711	75,551845
S2	S1	-27,222222*	0,6431021	0,000	-28,996289	-25,448155
	S3	28,888889*	0,6431021	0,000	27,114822	30,662956
	S4	46,555556*	0,6431021	0,000	44,781488	48,329623
S3	S1	-56,111111*	0,6431021	0,000	-57,885178	-54,337044
	S2	-28,888889*	0,6431021	0,000	-30,662956	-27,114822
	S4	17,666667*	0,6431021	0,000	15,892600	19,440734
S4	S1	-73,777778*	0,6431021	0,000	-75,551845	-72,003711
	S2	-46,555556*	0,6431021	0,000	-48,329623	-44,781488
	S3	-17,666667*	0,6431021	0,000	-19,440734	-15,892600

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Se ha establecido estadísticamente que entre las formulaciones S1, S2, S3, y S4 hay diferencias altamente significativas al 5%.

TIEMPO

(I)Tiempo	(J)Tiempo	Diferencia de medias (I-J)	Error tip.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
30 minutos	60 minutos	15,083333*	0,5569427	0,000	13,692487	16,474179
	90 minutos	28,833333*	0,5569427	0,000	27,442487	30,224179
60 minutos	30 minutos	-15,083333*	0,5569427	0,000	-16,474179	-13,692487
	90 minutos	13,750000*	0,5569427	0,000	12,359154	15,140846
90 minutos	30 minutos	-28,833333*	0,5569427	0,000	-30,224179	-27,442487
	60 minutos	-13,750000*	0,5569427	0,000	-15,140846	-12,359154

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Se ha establecido estadísticamente que entre los tiempos de fermentación de 30, 60 y 90 minutos hay diferencias altamente significativas al 5%.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI-ANÁLISIS EXTENSOGRAFICO**

ANÁLISIS: Máximo a 30 minutos (mm)

EXTENSIBILIDAD (mm)	S1	S2	S3	S4
R1	1024	340	650	841
R2	1020	342	651	840
R3	1027	338	648	843

ANÁLISIS: Máximo a 60 minutos (mm)

EXTENSIBILIDAD (mm)	S1	S2	S3	S4
R1	1434	538	737	924
R2	1430	536	739	920
R3	1435	539	736	927

ANÁLISIS: Máximo a 90 minutos (mm)

EXTENSIBILIDAD (mm)	S1	S2	S3	S4
R1	1490	528	814	963
R2	1491	526	812	966
R3	1493	529	816	962

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Máximo

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3944638,750 ^a	11	358603,523	74193,832	0,000
Intersección	26435022,250	1	26435022,250	5469314,948	0,000
F	3416666,306	3	1138888,769	235632,159	0,000
t	379579,500	2	189789,750	39266,845	0,000
F * t	148392,944	6	24732,157	5116,998	0,000
Error	116,000	24	4,833		
Total	30379777,000	36			
Total corregida	3944754,750	35			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones y el tiempo de fermentación aplicadas en la elaboración de pastas, con respecto al **MÁXIMO** del Análisis Extensográfico al 5% de significancia.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANALISIS DE MÁXIMO

FORMULACIONES

(I)Formulación	(J)Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	847,555556*	1,0363755	0,000	844,696601	850,414510
	S3	582,333333*	1,0363755	0,000	579,474379	585,192288
	S4	406,444444*	1,0363755	0,000	403,585490	409,303399
S2	S1	-847,555556*	1,0363755	0,000	-850,414510	-844,696601
	S3	-265,222222*	1,0363755	0,000	-268,081177	-262,363268
	S4	-441,111111*	1,0363755	0,000	-443,970066	-438,252157
S3	S1	-582,333333*	1,0363755	0,000	-585,192288	-579,474379
	S2	265,222222*	1,0363755	0,000	262,363268	268,081177
	S4	-175,888889*	1,0363755	0,000	-178,747843	-173,029934
S4	S1	-406,444444*	1,0363755	0,000	-409,303399	-403,585490
	S2	441,111111*	1,0363755	0,000	438,252157	443,970066
	S3	175,888889*	1,0363755	0,000	173,029934	178,747843

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Se ha establecido estadísticamente que entre las formulaciones S1, S2, S3, y S4 hay diferencias altamente significativas al 5%.

TIEMPO

(I)Tiempo	(J)Tiempo	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
30 minutos	60 minutos	-194,250000*	0,8975275	0,000	-196,491384	-192,008616
	90 minutos	-235,500000*	0,8975275	0,000	-237,741384	-233,258616
60 minutos	30 minutos	194,250000*	0,8975275	0,000	192,008616	196,491384
	90 minutos	-41,250000*	0,8975275	0,000	-43,491384	-39,008616
90 minutos	30 minutos	235,500000*	0,8975275	0,000	233,258616	237,741384
	60 minutos	41,250000*	0,8975275	0,000	39,008616	43,491384

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Se ha establecido estadísticamente que entre los tiempos de fermentación de 30, 60 y 90 minutos hay diferencias altamente significativas al 5%.

INFORME DE ENSAYO N° 027-2013/N

N° DE SOLICITUD DE SERVICIO : 011-2013/N
CLIENTE : Lucía Ruth Pantoja Tirado
DIRECCIÓN : Urb. Pacifico Mz. M2 Lt. 6, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
PRODUCTO DECLARADO : MASA PARA FIDEOS
LOTE : Muestra Prototipo
PRODUCTOR : Lucía Ruth Pantoja Tirado
DIRECCIÓN : Urb. Pacifico Mz. M2 Lt. 6, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
PRESENTACIÓN DEL CONTENIDO : MASA PARA FIDEOS
TIPO DE ENVASE : Bolsa de polipropileno
TIPO DE EMPAQUE : No aplica
INFORMACION DE LA ETIQUETA : Marca: No aplica
Peso Neto: No aplica Peso Escurrido: No aplica

INFORMACIÓN DEL MUESTREO

FECHA DE MUESTREO : No aplica
LUGAR DE MUESTREO : No aplica
PLAN DE MUESTREO : No aplica
CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestras (152 gramos)
N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO : 04 muestras (152 gramos)
N° DE MUESTRAS DIRIMENTES : No aplica
PRECINTO N° : No aplica
PERIODO DE CUSTODIA : No aplica
TEMPERATURA DE MUESTREO : No aplica

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

FECHA DE RECEPCIÓN : 17.09.2013
FECHA DE ENSAYO : Inicio: 19.09.2013 Término: 20.09.2013
ENSAYO REALIZADO EN : Programa de vivienda Buenos Aires 2da. Etapa, Parcelación Semi-Rústica Mz F, Lote 10A-1.
SUBCONTRATACION : Entidad: No aplica

RESULTADOS

ANÁLISIS: QUÍMICOS				
ENSAYOS	Formulación 01	Formulación 02	Formulación 03	Formulación 04
Proteína (%)	14.00	16.22	18.03	20.33
Observaciones: ✓ Resultados de % proteína expresados en base seca. ✓ Factores de conversión de % nitrógeno a % proteína utilizados: - Para Formulación 01 = 5,70 - Para Formulaciones 02, 03 y 04 = 5,81 (Valor obtenido por cálculo entre el factor 5,70 para el trigo y el factor 6,25 para la mayoría de cereales, de acuerdo a la composición de las muestras).				

MÉTODO DE ENSAYO

Proteína: NTP 205.005:1979 (Revisada el 2011). Cereales y Menestras. Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl).

Nota: Composición de las Formulaciones, declaradas por el Cliente.

- ✓ Formulación 01: Trigo 100 %
- ✓ Formulación 02: Trigo 80 %, Tarwi 5 %, Quinoa 15 %
- ✓ Formulación 03: Trigo 80 %, Tarwi 10 %, Quinoa 10 %
- ✓ Formulación 04: Trigo 80 %, Tarwi 15 %, Quinoa 5 %

Nuevo Chimbote, 21 de Setiembre de 2013.

LABORATORIO CERTIPEZ E.I.R.L.


 BLANCA SALINAS ALAVEDRA
 CIP 17623

RESPONSABLE AREA
TECNICA

ESTE DOCUMENTO SÓLO TIENE VALIDEZ PARA LA MUESTRA DESCRITA, POR UN PERIODO DE 90 DÍAS CALENDARIOS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN DEL DOCUMENTO, NO PUDIENDO EXTENDERSE LOS RESULTADOS INDICADOS A NINGUNA OTRA UNIDAD O LOTE. LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTO O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. DENOMINACIÓN DEL PRODUCTO ES DECLARADA POR EL SOLICITANTE. QUEDA ABSOLUTAMENTE PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN PREVIA Y EXPRESA DE LABORATORIO CERTIPEZ E.I.R.L.

ANEXO 08: FORMATO DE ANÁLISIS DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinua wild.*) Y TARWI (*Lupinus mutabilis sweet*)

Prueba de análisis sensorial para determinar la aceptabilidad

“Fideos en agua y sal”

Fecha: _____

Sexo: Masculino Femenino Edad: _____

Instrucciones: Evalúe las cuatro muestras de “Fideos” en sus atributos de **Color, Olor, Sabor y Textura**. Marque con un aspa en el recuadro donde corresponda.

Evaluación de Atributos

N° Muestra	Color	1	2	3	4	5
	Olor	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5
	Textura	1	2	3	4	5

Evaluación de Atributos

N° Muestra	Color	1	2	3	4	5
	Olor	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5
	Textura	1	2	3	4	5

Evaluación de Atributos

N° Muestra	Color	1	2	3	4	5
	Olor	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5
	Textura	1	2	3	4	5

Evaluación de Atributos

N° Muestra	Color	1	2	3	4	5
	Olor	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5
	Textura	1	2	3	4	5

Escala Hedónica

1	Muy desagradable
2	Desagradable
3	Regular
4	Agradable
5	Muy agradable

Prueba de análisis sensorial para determinar la aceptabilidad

“Fideos en Sopa”

Fecha: _____

Sexo: Masculino Femenino Edad: _____

Instrucciones: Evalúe las cuatro muestras de “Fideos” en sus atributos de **Color, Olor, Sabor y Textura**. Marque con un aspa en el recuadro donde corresponda.

Evaluación de Atributos

N° Muestra	Color	1	2	3	4	5
	Olor	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5
	Textura	1	2	3	4	5

Evaluación de Atributos

N° Muestra	Color	1	2	3	4	5
	Olor	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5
	Textura	1	2	3	4	5

Evaluación de Atributos

N° Muestra	Color	1	2	3	4	5
	Olor	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5
	Textura	1	2	3	4	5

Evaluación de Atributos

N° Muestra	Color	1	2	3	4	5
	Olor	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5
	Textura	1	2	3	4	5

Escala Hedónica

1	Muy desagradable
2	Desagradable
3	Regular
4	Agradable
5	Muy agradable

**ANEXO 09: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS
CON HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinua wild.*) Y TARWI (*Lupinus mutabilis
sweet*)"- EN ALMACENAMIENTO DURANTE UN MES EN CONDICIONES ACELERADAS -
MUESTRA: FIDEOS EN AGUA Y SAL.**

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI**

**ATRIBUTO: COLOR
0 DÍAS**

MUESTRA: FIDEOS EN AGUA Y SAL

Jueces	Sustituciones (Si)			
	S1 100/00/00	S2 80/15/05	S3 80/10/10	S4 80/05/15
1	5	3	3	3
2	4	4	4	4
3	4	4	4	3
4	4	3	4	4
5	4	4	4	4
6	3	4	4	3
7	4	4	4	4
8	4	4	4	4
9	4	3	4	3
10	3	4	4	4
11	4	4	4	3
12	4	4	3	4
13	4	4	4	4
14	4	4	4	4
15	3	3	3	4
16	4	4	4	4
17	4	4	3	3
18	4	4	4	4
19	3	3	4	4
20	5	4	4	4

30 DÍAS

Jueces	Sustituciones (Si)			
	S1 100/00/00	S2 80/15/05	S3 80/10/10	S4 80/05/15
1	3	4	4	4
2	4	3	4	3
3	5	4	4	3
4	5	4	3	3
5	4	3	4	4
6	4	4	4	4
7	3	3	4	4
8	4	4	3	3
9	3	3	4	3
10	4	4	4	4
11	4	3	3	3
12	4	4	4	3
13	4	3	4	4
14	4	4	4	4
15	3	4	3	3
16	4	4	4	4
17	5	3	4	4
18	5	4	4	4
19	4	4	3	4
20	4	4	4	3

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Análisis Sensorial – Color

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,744 ^a	7	0,249	1,090	0,373
Intersección	2242,506	1	2242,506	9808,948	0,000
F	1,369	3	0,456	1,996	0,117
T	,306	1	0,306	1,340	0,249
F * t	,069	3	0,023	0,100	0,960
Error	34,750	152	0,229		
Total	2279,000	160			
Total corregida	36,494	159			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones y tiempo aplicados en la elaboración de fideos en agua y sal, con respecto al atributo **COLOR**, al 5% de significancia. Estadísticamente las formulaciones aplicadas son iguales con respecto al **COLOR**.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS

ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI

ATRIBUTO: OLOR

MUESTRA: FIDEOS EN AGUA Y SAL

0 DÍAS

Jueces	Sustituciones (Si)			
	S1 100/00/00	S2 80/15/05	S3 80/10/10	S4 80/05/15
1	3	4	4	4
2	4	4	3	4
3	4	4	4	4
4	4	3	4	3
5	3	4	4	3
6	4	4	4	4
7	4	3	4	4
8	4	4	4	4
9	4	4	4	3
10	4	3	4	4
11	4	3	4	4
12	5	5	5	3
13	5	3	4	3
14	4	4	4	3
15	4	5	5	3
16	4	4	4	4
17	5	4	4	3
18	3	4	3	4
19	4	3	3	3
20	5	3	4	4

30 DÍAS

Jueces	Sustituciones (Si)			
	S1 100/00/00	S2 80/15/05	S3 80/10/10	S4 80/05/15
1	3	4	3	4
2	5	4	5	3
3	5	4	3	5
4	4	3	4	3
5	5	3	3	3
6	4	4	4	4
7	3	4	4	3
8	5	4	5	4
9	3	3	3	3
10	4	4	4	3
11	4	4	3	4
12	5	3	4	3
13	3	4	4	4
14	3	3	3	3
15	4	4	4	4
16	4	3	4	4
17	4	4	5	3
18	4	4	4	3
19	4	4	5	3
20	4	3	4	3

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Análisis Sensorial – Olor

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	6,875 ^a	7	0,982	2,671	0,012
Intersección	2295,225	1	2295,225	6241,041	0,000
F	6,625	3	2,208	6,005	0,001
T	,225	1	0,225	,612	0,435
F * t	,025	3	0,008	,023	0,995
Error	55,900	152	0,368		
Total	2358,000	160			
Total corregida	62,775	159			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones pero con respecto al tiempo **NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** aplicados en la elaboración de fideos en agua y sal, con respecto al atributo **OLOR**, al 5% de significancia. Estadísticamente las formulaciones con respecto al tiempo son iguales.

**PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL OLOR
(PARA FIDEOS EN AGUA Y SAL)**

(I)Formulación (J)Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error tıp.	Sig.	Intervalo de confianza 95%		
				Límite inferior	Límite superior	
S1	S2	0,325000	0,1356029	0,082	-0,027253	0,677253
	S3	0,100000	0,1356029	0,882	-0,252253	0,452253
	S4	0,525000*	0,1356029	0,001	0,172747	0,877253
S2	S1	-0,325000	0,1356029	0,082	-0,677253	0,027253
	S3	-0,225000	0,1356029	0,349	-0,577253	0,127253
	S4	0,200000	0,1356029	0,455	-0,152253	0,552253
S3	S1	-0,100000	0,1356029	0,882	-0,452253	0,252253
	S2	0,225000	0,1356029	0,349	-0,127253	0,577253
	S4	0,425000*	0,1356029	0,011	0,072747	0,777253
S4	S1	-0,525000*	0,1356029	0,001	-0,877253	-0,172747
	S2	-0,200000	0,1356029	0,455	-0,552253	0,152253
	S3	-0,425000*	0,1356029	0,011	-0,777253	-0,072747

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto	
		1	2
s4	40	3,500000	
s2	40	3,700000	3,700000
s3	40		3,925000
s1	40		4,025000
Sig.		0,455	0,082

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI**

ATRIBUTO: SABOR

MUESTRA: FIDEOS EN AGUA Y SAL

0 DIAS

Jueces	Sustituciones (Si)			
	S1 100/00/00	S2 80/15/05	S3 80/10/10	S4 80/05/15
1	4	4	3	3
2	5	5	4	4
3	4	3	4	4
4	4	4	4	3
5	4	3	4	4
6	3	4	3	3
7	4	4	5	4
8	4	4	4	4
9	4	3	3	4
10	4	5	5	3
11	4	4	4	4
12	4	4	3	3
13	5	3	4	4
14	4	3	4	4
15	4	4	4	4
16	3	4	5	4
17	5	3	4	3
18	4	3	4	3
19	4	3	3	4
20	4	4	4	3

30 DIAS

Jueces	Sustituciones (Si)			
	S1 100/00/00	S2 80/15/05	S3 80/10/10	S4 80/05/15
1	4	3	4	4
2	5	4	5	4
3	4	3	4	3
4	5	4	4	4
5	4	3	4	3
6	4	3	4	4
7	5	4	3	3
8	4	3	3	3
9	4	4	3	3
10	4	3	3	3
11	3	4	4	3
12	4	4	4	3
13	4	4	4	3
14	4	3	3	3
15	3	3	5	4
16	4	4	4	3
17	4	4	3	4
18	4	4	4	4
19	4	4	4	4
20	4	4	4	3

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Análisis Sensorial – Sabor

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	6,944 ^a	7	0,992	3,239	0,003
Intersección	2257,506	1	2257,506	7371,449	0,000
F	6,319	3	2,106	6,878	0,000
T	0,506	1	0,506	1,653	0,200
F * t	0,119	3	0,040	0,129	0,943
Error	46,550	152	0,306		
Total	2311,000	160			
Total corregida	53,494	159			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones pero con respecto al tiempo **NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** aplicados en la elaboración de fideos en agua y sal, con respecto al atributo **SABOR**, al 5% de significancia.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL SABOR (PARA FIDEOS EN AGUA Y SAL)

(I)Formulación	(J)Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	0,375000*	0,1237437	0,015	0,053554	0,696446
	S3	0,175000	0,1237437	0,492	-0,146446	0,496446
	S4	0,525000*	0,1237437	0,000	0,203554	0,846446
S2	S1	-0,375000	0,1237437	0,015	-0,696446	-0,053554
	S3	-0,200000	0,1237437	0,373	-0,521446	0,121446
	S4	0,150000	0,1237437	0,620	-0,171446	0,471446
S3	S1	-0,175000	0,1237437	0,492	-0,496446	0,146446
	S2	0,200000	0,1237437	0,373	-0,121446	0,521446
	S4	0,350000*	0,1237437	0,027	0,028554	0,671446
S4	S1	-0,525000	0,1237437	0,000	-0,846446	-0,203554
	S2	-0,150000	0,1237437	0,620	-0,471446	0,171446
	S3	-0,350000*	0,1237437	0,027	-0,671446	-0,028554

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto		
		1	2	3
s4	40	3,500000		
s2	40	3,650000	3,650000	
s3	40		3,850000	3,850000
s1	40			4,025000
Sig.		0,620	0,373	0,492

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI**

ATRIBUTO: TEXTURA

MUESTRA: FIDEOS EN AGUA Y SAL

0 DIAS

Jueces	Sustituciones (Si)			
	S1 100/00/00	S2 80/15/05	S3 80/10/10	S4 80/05/15
1	5	4	5	3
2	5	4	4	3
3	4	3	4	4
4	5	4	5	3
5	5	5	4	3
6	5	3	4	4
7	3	4	4	3
8	3	3	3	3
9	5	4	4	4
10	4	3	3	3
11	4	3	4	4
12	3	4	5	3
13	5	4	4	4
14	4	3	4	3
15	4	4	4	4
16	4	4	4	4
17	5	4	4	3
18	4	3	4	4
19	4	4	3	3
20	4	3	4	4

30 DIAS

Jueces	Sustituciones (Si)			
	S1 100/00/00	S2 80/15/05	S3 80/10/10	S4 80/05/15
1	5	3	3	3
2	4	4	4	3
3	4	4	5	4
4	3	4	3	3
5	3	3	3	3
6	3	4	3	4
7	5	3	4	4
8	4	4	4	4
9	3	3	5	3
10	4	3	3	3
11	4	3	4	3
12	3	4	3	4
13	4	3	4	3
14	4	4	4	2
15	4	3	4	3
16	3	3	3	4
17	4	4	4	3
18	4	3	4	3
19	3	3	3	2
20	4	3	3	3

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Análisis Sensorial – Textura

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	15,894 ^a	7	2,271	6,213	0,000
Intersección	2153,556	1	2153,556	5892,719	0,000
F	10,919	3	3,640	9,959	0,000
t	4,556	1	4,556	12,467	0,001
F * t	,419	3	0,140	0,382	0,766
Error	55,550	152	0,365		
Total	2225,000	160			
Total corregida	71,444	159			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones y tiempo aplicados en la elaboración de fideos en agua y sal, con respecto al atributo **TEXTURA**, al 5% de significancia. Estadísticamente las formulaciones aplicadas son iguales con respecto al **TEXTURA**.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL TEXTURA (PARA FIDEOS EN AGUA Y SAL)

(I)Formulación	(J)Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	0,475000	0,1351778	0,003	0,123852	0,826148
	S3	0,175000	0,1351778	0,568	-0,176148	0,526148
	S4	0,675000	0,1351778	0,000	0,323852	1,026148
S2	S1	-0,475000	0,1351778	0,003	-0,826148	-0,123852
	S3	-0,300000	0,1351778	0,123	-0,651148	0,051148
	S4	0,200000	0,1351778	0,452	-0,151148	0,551148
S3	S1	-0,175000	0,1351778	0,568	-0,526148	0,176148
	S2	0,300000	0,1351778	0,123	-0,051148	0,651148
	S4	0,500000	0,1351778	0,002	0,148852	0,851148
S4	S1	-0,675000	0,1351778	0,000	-1,026148	-0,323852
	S2	-0,200000	0,1351778	0,452	-0,551148	0,151148
	S3	-0,500000	0,1351778	0,002	-0,851148	-0,148852

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto		
		1	2	3
s4	40	3,325000		
s2	40	3,525000	3,525000	
s3	40		3,825000	3,825000
s1	40			4,000000
Sig.		0,452	0,123	0,568

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

**ANEXO 10: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS
CON HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinua wild.*) Y TARWI (*Lupinus mutabilis
sweet*)"- EN ALMACENAMIENTO DURANTE UN MES EN CONDICIONES ACELERADAS -
MUESTRA: FIDEOS EN SOPA.**

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI**

**ATRIBUTO: COLOR
0 DIAS**

MUESTRA: FIDEOS EN SOPA

Jueces	Sustituciones (Si)			
	S1 100/00/00	S2 80/15/05	S3 80/10/10	S4 80/05/15
1	5	4	4	4
2	4	4	3	4
3	4	4	3	4
4	4	4	4	3
5	4	3	3	4
6	4	4	4	3
7	3	3	4	4
8	4	4	4	3
9	5	4	3	4
10	4	3	4	4
11	3	4	3	3
12	3	4	4	4
13	4	4	5	3
14	4	3	4	4
15	4	4	4	3
16	5	3	4	4
17	4	4	4	3
18	4	3	4	4
19	4	4	4	4
20	5	4	5	4

30 DIAS

Jueces	Sustituciones (Si)			
	S1 100/00/00	S2 80/15/05	S3 80/10/10	S4 80/05/15
1	5	4	3	4
2	4	4	4	4
3	5	4	4	3
4	4	4	4	4
5	3	3	3	3
6	4	4	4	4
7	4	3	4	4
8	3	4	4	4
9	3	3	4	3
10	4	4	4	4
11	4	3	4	3
12	4	3	4	3
13	4	4	4	3
14	3	3	4	3
15	4	3	4	4
16	4	4	4	4
17	4	4	4	3
18	4	4	3	4
19	4	4	4	4
20	4	3	3	3

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Análisis Sensorial – Color

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3,975 ^a	7	0,568	2,105	0,046
Intersección	2265,025	1	2265,025	8397,166	0,000
F	3,525	3	1,175	4,356	0,006
t	0,400	1	0,400	1,483	0,225
F * t	0,050	3	0,017	0,062	0,980
Error	41,000	152	0,270		
Total	2310,000	160			
Total corregida	44,975	159			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones pero con respecto al tiempo **NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** aplicados en la elaboración de fideos en sopa, con respecto al atributo **COLOR**, al 5% de significancia. Estadísticamente las formulaciones con respecto al tiempo son iguales.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL COLOR (PARA FIDEO EN SOPA)

(I)Formulación	(J)Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	0,325000	0,1161329	0,029	0,023324	0,626676
	S3	0,150000	0,1161329	0,570	-0,151676	0,451676
	S4	0,375000	0,1161329	0,008	0,073324	0,676676
S2	S1	-0,325000	0,1161329	0,029	-0,626676	-0,023324
	S3	-0,175000	0,1161329	0,436	-0,476676	0,126676
	S4	0,050000	0,1161329	0,973	-0,251676	0,351676
S3	S1	-0,150000	0,1161329	0,570	-0,451676	0,151676
	S2	0,175000	0,1161329	0,436	-0,126676	0,476676
	S4	0,225000	0,1161329	0,217	-0,076676	0,526676
S4	S1	-0,375000	0,1161329	0,008	-0,676676	-0,073324
	S2	-0,050000	0,1161329	0,973	-0,351676	0,251676
	S3	-0,225000	0,1161329	0,217	-0,526676	0,076676

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto	
		1	2
s4	40	3,600000	
s2	40	3,650000	
s3	40	3,825000	3,825000
s1	40		3,975000
Sig.		,217	,570

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI**

ATRIBUTO: OLOR

MUESTRA: FIDEOS EN SOPA

0 DIAS

Jueces	Sustituciones (Si)			
	S1 100/00/00	S2 80/15/05	S3 80/10/10	S4 80/05/15
1	4	3	5	4
2	5	4	4	3
3	5	4	4	3
4	5	4	4	4
5	4	3	5	3
6	4	5	4	4
7	4	4	4	3
8	5	4	4	4
9	3	3	3	3
10	5	4	3	4
11	4	4	4	3
12	4	4	4	3
13	3	4	3	4
14	4	3	4	3
15	4	4	4	4
16	4	3	4	4
17	5	4	5	4
18	4	3	3	3
19	5	4	4	4
20	4	4	4	4

30 DIAS

Jueces	Sustituciones (Si)			
	S1 100/00/00	S2 80/15/05	S3 80/10/10	S4 80/05/15
1	4	4	5	3
2	4	4	4	4
3	4	4	4	4
4	4	5	5	4
5	4	4	3	3
6	4	4	4	4
7	5	4	4	3
8	4	4	4	4
9	4	3	3	3
10	4	3	4	4
11	3	3	3	3
12	4	4	3	3
13	4	3	4	3
14	4	3	3	4
15	4	4	4	3
16	3	3	4	4
17	3	4	4	3
18	4	3	4	4
19	5	3	4	3
20	4	4	4	4

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Análisis Sensorial – Olor

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	7,794 ^a	7	1,113	3,529	0,002
Intersección	2333,256	1	2333,256	7396,349	0,000
F	6,669	3	2,223	7,047	0,000
T	0,756	1	0,756	2,397	0,124
F * t	0,369	3	0,123	0,390	0,761
Error	47,950	152	0,315		
Total	2389,000	160			
Total corregida	55,744	159			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones pero con respecto al tiempo **NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** aplicados en la elaboración de fideos en sopa, con respecto al atributo **OLOR**, al 5% de significancia. Estadísticamente las formulaciones con respecto al tiempo son iguales.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL OLOR (PARA FIDEOS EN SOPA)

(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	0,375000	0,1255907	0,017	0,048756	0,701244
	S3	0,200000	0,1255907	0,386	-0,126244	0,526244
	S4	0,550000	0,1255907	0,000	0,223756	0,876244
S2	S1	-0,375000	0,1255907	0,017	-0,701244	-0,048756
	S3	-0,175000	0,1255907	0,505	-0,501244	0,151244
	S4	0,175000	0,1255907	0,505	-0,151244	0,501244
S3	S1	-0,200000	0,1255907	0,386	-0,526244	0,126244
	S2	0,175000	0,1255907	0,505	-0,151244	0,501244
	S4	0,350000	0,1255907	0,030	0,023756	0,676244
S4	S1	-0,550000	0,1255907	0,000	-0,876244	-0,223756
	S2	-0,175000	0,1255907	0,505	-0,501244	0,151244
	S3	-0,350000	0,1255907	0,030	-0,676244	-0,023756

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto		
		1	2	3
s4	40	3,550000		
s2	40	3,725000	3,725000	
s3	40		3,900000	3,900000
s1	40			4,100000
Sig.		0,505	0,505	0,386

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI**

ATRIBUTO: SABOR

MUESTRA: FIDEOS EN SOPA

0 DIAS

Jueces	Sustituciones (Si)			
	S1 100/00/00	S2 80/15/05	S3 80/10/10	S4 80/05/15
1	5	4	3	3
2	4	4	4	3
3	4	3	3	3
4	4	4	4	4
5	4	3	3	4
6	4	4	3	5
7	5	5	4	4
8	4	3	4	4
9	5	5	4	3
10	4	3	4	4
11	4	4	4	3
12	5	4	4	4
13	4	4	4	3
14	4	3	4	3
15	3	4	5	4
16	4	4	5	4
17	4	4	4	5
18	4	4	4	4
19	5	4	5	4
20	4	4	5	4

30 DIAS

Jueces	Sustituciones (Si)			
	S1 100/00/00	S2 80/15/05	S3 80/10/10	S4 80/05/15
1	5	4	4	4
2	4	3	4	4
3	4	4	3	4
4	4	4	4	4
5	3	4	4	4
6	4	4	4	4
7	5	4	4	3
8	4	4	4	4
9	3	4	4	4
10	4	4	4	3
11	3	4	4	4
12	4	4	4	3
13	5	4	4	4
14	4	4	4	3
15	4	4	4	4
16	4	3	3	3
17	4	4	4	4
18	5	3	4	3
19	5	4	4	4
20	4	3	4	4

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Análisis Sensorial – Sabor

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	4,275 ^a	7	0,611	2,086	0,048
Intersección	2449,225	1	2449,225	8365,892	0,000
F	4,025	3	1,342	4,583	0,004
t	0,225	1	0,225	0,769	0,382
F * t	0,025	3	0,008	0,028	0,994
Error	44,500	152	0,293		
Total	2498,000	160			
Total corregida	48,775	159			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones pero con respecto al tiempo **NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** aplicados en la elaboración de fideos en sopa, con respecto al atributo **SABOR**, al 5% de significancia. Estadísticamente las formulaciones con respecto al tiempo.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL SABOR (PARA FIDEOS EN SOPA)

(I)Formulación	(J)Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	0,325000	0,1209883	0,040	0,010711	0,639289
	S3	0,200000	0,1209883	0,352	-0,114289	0,514289
	S4	0,425000	0,1209883	0,003	0,110711	0,739289
S2	S1	-0,325000	0,1209883	0,040	-0,639289	-0,010711
	S3	-0,125000	0,1209883	0,730	-0,439289	0,189289
	S4	0,100000	0,1209883	0,842	-0,214289	0,414289
S3	S1	-0,200000	0,1209883	0,352	-0,514289	0,114289
	S2	0,125000	0,1209883	0,730	-0,189289	0,439289
	S4	0,225000	0,1209883	0,250	-0,089289	0,539289
S4	S1	-0,425000	0,1209883	0,003	-0,739289	-0,110711
	S2	-0,100000	0,1209883	0,842	-0,414289	0,214289
	S3	-0,225000	0,1209883	0,250	-0,539289	0,089289

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto	
		1	2
s4	40	3,725000	
s2	40	3,825000	
s3	40	3,950000	3,950000
s1	40		4,150000
Sig.		,250	,352

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI**

ATRIBUTO: TEXTURA

MUESTRA: FIDEOS EN SOPA

0 DIAS

Jueces	Sustituciones (Si)			
	S1 100/00/00	S2 80/15/05	S3 80/10/10	S4 80/05/15
1	5	4	4	4
2	4	3	3	3
3	5	4	4	3
4	4	4	5	4
5	4	3	3	3
6	5	4	4	4
7	4	3	4	3
8	4	3	4	3
9	4	4	4	3
10	4	3	4	3
11	5	4	4	4
12	4	4	3	3
13	4	4	4	4
14	4	3	4	3
15	4	5	5	4
16	4	4	4	4
17	4	3	4	3
18	4	4	4	4
19	5	4	4	4
20	4	3	5	4

30 DIAS

Jueces	Sustituciones (Si)			
	S1 100/00/00	S2 80/15/05	S3 80/10/10	S4 80/05/15
1	4	4	4	3
2	4	3	4	3
3	4	3	4	3
4	4	4	4	4
5	5	4	4	3
6	5	4	4	4
7	4	3	3	4
8	4	4	4	3
9	4	4	4	4
10	3	4	4	3
11	4	3	4	4
12	4	4	3	3
13	4	3	4	3
14	4	4	4	4
15	4	4	4	3
16	4	3	4	3
17	5	4	4	4
18	4	4	4	3
19	4	3	4	4
20	4	3	4	3

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Análisis Sensorial – Textura

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	13,100 ^a	7	1,871	7,793	0,000
Intersección	2310,400	1	2310,400	9621,392	0,000
F	12,650	3	4,217	17,560	0,000
t	0,400	1	0,400	1,666	0,199
F * t	0,050	3	0,017	0,069	0,976
Error	36,500	152	0,240		
Total	2360,000	160			
Total corregida	49,600	159			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones pero con respecto al tiempo **NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** aplicados en la elaboración de fideos en sopa, con respecto al atributo **TEXTURA**, al 5% de significancia. Estadísticamente las formulaciones con respecto al tiempo son iguales.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL TEXTURA (PARA FIDEOS EN SOPA)

(I)Formulación	(J)Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error ttp.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	0,550000 [*]	0,1095745	0,000	0,265361	0,834639
	S3	0,225000	0,1095745	0,173	-0,059639	0,509639
	S4	0,725000 [*]	0,1095745	0,000	0,440361	1,009639
S2	S1	-0,550000	0,1095745	0,000	-0,834639	-0,265361
	S3	-0,325000 [*]	0,1095745	0,018	-0,609639	-0,040361
	S4	0,175000	0,1095745	0,383	-0,109639	0,459639
S3	S1	-0,225000	0,1095745	0,173	-0,509639	0,059639
	S2	0,325000 [*]	0,1095745	0,018	0,040361	0,609639
	S4	0,500000 [*]	0,1095745	0,000	0,215361	0,784639
S4	S1	-0,725000 [*]	0,1095745	0,000	-1,009639	-0,440361
	S2	-0,175000	0,1095745	0,383	-0,459639	0,109639
	S3	-0,500000 [*]	0,1095745	0,000	-0,784639	-0,215361

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto	
		1	2
s4	40	3,450000	
s2	40	3,625000	
s3	40		3,950000
s1	40		4,175000
Sig.		,383	,173

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

ANEXO 11: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinua wild.*) Y TARWI (*Lupinus mutabilis sweet*)"- ANÁLISIS FISICO-QUIMICOS, EN ALMACENAMIENTO DURANTE UN MES EN CONDICIONES ACELERADAS.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI

ANÁLISIS: ACIDEZ

Formulaciones DIAS	S1	S2	S3	S4
0	0.3149	0.3599	0.3508	0.3237
	0.3053	0.3502	0.3417	0.3149
	0.3059	0.3455	0.3386	0.3173
10	0.3230	0.4135	0.3741	0.3417
	0.3236	0.4179	0.3743	0.3499
	0.3264	0.4138	0.3731	0.3441
20	0.3563	0.4310	0.4091	0.3828
	0.3497	0.4230	0.4050	0.3858
	0.3556	0.4206	0.4091	0.3794
30	0.3997	0.4558	0.4482	0.4133
	0.4048	0.4623	0.4390	0.4217
	0.4007	0.4581	0.4363	0.4186

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Acidez

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,096 ^a	15	0,006	334,064	0,000
Intersección	6,908	1	6,908	362341,532	0,000
F	0,030	3	0,010	518,180	0,000
T	0,064	3	0,021	1112,241	0,000
F * t	0,002	9	0,000	13,300	0,000
Error	0,001	32	1,907E-5		
Total	7,005	48			
Total corregida	0,096	47			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones, días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de **ACIDEZ**, al 5% de significancia.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE ACIDEZ

FORMULACIONES

(I)Formulación	(J)Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
s1	s2	-0,065475	0,0017826	0,000	-0,070305	-0,060645
	s3	-0,044450	0,0017826	0,000	-0,049280	-0,039620
	s4	-0,018942	0,0017826	0,000	-0,023771	-0,014112

s2	s1	0,065475	0,0017826	0,000	0,060645	0,070305
	s3	0,021025	0,0017826	0,000	0,016195	0,025855
	s4	0,046533	0,0017826	0,000	0,041704	0,051363
s3	s1	0,044450	0,0017826	0,000	0,039620	0,049280
	s2	-0,021025	0,0017826	0,000	-0,025855	-0,016195
	s4	0,025508	0,0017826	0,000	0,020679	0,030338
s4	s1	0,018942	0,0017826	0,000	0,014112	0,023771
	s2	-0,046533	0,0017826	0,000	-0,051363	-0,041704
	s3	-0,025508	0,0017826	0,000	-0,030338	-0,020679

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
s1	12	0,347158			
s4	12		0,366100		
s3	12			0,391608	
s2	12				0,412633
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

TIEMPO

(I)Tiempo	(J)Tiempo	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Día 0	Día 10	-0,033892	0,0017826	0,000	-0,038721	-0,029062
	Día 20	-0,061558	0,0017826	0,000	-0,066388	-0,056729
	Día 30	-0,099150	0,0017826	0,000	-0,103980	-0,094320
Día 10	Día 0	0,033892	0,0017826	0,000	0,029062	0,038721
	Día 20	-0,027667	0,0017826	0,000	-0,032496	-0,022837
	Día 30	-0,065258	0,0017826	0,000	-0,070088	-0,060429
Día 20	Día 0	0,061558	0,0017826	0,000	0,056729	0,066388
	Día 10	0,027667	0,0017826	0,000	0,022837	0,032496
	Día 30	-0,037592	0,0017826	0,000	-0,042421	-0,032762
Día 30	Día 0	0,099150	0,0017826	0,000	0,094320	0,103980
	Día 10	0,065258	0,0017826	0,000	0,060429	0,070088
	Día 20	0,037592	0,0017826	0,000	0,032762	0,042421

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Tiempo	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Día 0	12	0,330725			
Día 10	12		0,364617		
Día 20	12			0,392283	
Día 30	12				0,429875
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI**

ANÁLISIS: ACTIVIDAD DE AGUA

Formulaciones Días	S1	S2	S3	S4
	0	0.451	0.449	0.375
0.460		0.429	0.363	0.341
0.458		0.416	0.375	0.345
10	0.488	0.457	0.387	0.352
	0.479	0.459	0.383	0.354
	0.472	0.461	0.379	0.365
20	0.498	0.464	0.407	0.378
	0.485	0.475	0.383	0.371
	0.501	0.478	0.395	0.375
30	0.500	0.484	0.455	0.391
	0.517	0.486	0.423	0.384
	0.505	0.484	0.446	0.395

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Actividad de agua

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,129 ^a	15	0,009	118,348	0,000
Intersección	8,779	1	8,779	120640,934	0,000
F	0,108	3	0,036	495,431	0,000
T	0,019	3	0,006	88,537	0,000
F * t	0,002	9	0,000	2,590	0,023
Error	0,002	32	7,277E-5		
Total	8,911	48			
Total corregida	0,132	47			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones, días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de **ACTIVIDAD DE AGUA**, al 5% de significancia.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE ACTIVIDAD DE AGUA

FORMULACIONES

(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	0,022667	0,0034826	0,000	0,013231	0,032102
	S3	0,086917	0,0034826	0,000	0,077481	0,096352
	S4	0,117750	0,0034826	0,000	0,108314	0,127186
S2	S1	-0,022667	0,0034826	0,000	-0,032102	-0,013231
	S3	0,064250	0,0034826	0,000	0,054814	0,073686
	S4	0,095083	0,0034826	0,000	0,085648	0,104519

S3	S1	-0,086917	0,0034826	0,000	-0,096352	-0,077481
	S2	-0,064250	0,0034826	0,000	-0,073686	-0,054814
	S4	0,030833	0,0034826	0,000	0,021398	0,040269
S4	S1	-0,117750	0,0034826	0,000	-0,127186	-0,108314
	S2	-0,095083	0,0034826	0,000	-0,104519	-0,085648
	S3	-0,030833	0,0034826	0,000	-0,040269	-0,021398

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
s4	12	0,366750			
s3	12		0,397583		
s2	12			0,461833	
s1	12				0,484500
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

TIEMPO

(I)Tiempo	(J)Tiempo	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Día 0	Día 10	-0,018667	0,0034826	0,000	-0,028102	-0,009231
	Día 20	-0,033167	0,0034826	0,000	-0,042602	-0,023731
	Día 30	-0,054833	0,0034826	0,000	-0,064269	-0,045398
Día 10	Día 0	0,018667	0,0034826	0,000	0,009231	0,028102
	Día 20	-0,014500	0,0034826	0,001	-0,023936	-0,005064
	Día 30	-0,036167	0,0034826	0,000	-0,045602	-0,026731
Día 20	Día 0	0,033167	0,0034826	0,000	0,023731	0,042602
	Día 10	0,014500	0,0034826	0,001	0,005064	0,023936
	Día 30	-0,021667	0,0034826	0,000	-0,031102	-0,012231
Día 30	Día 0	0,054833	0,0034826	0,000	0,045398	0,064269
	Día 10	0,036167	0,0034826	0,000	0,026731	0,045602
	Día 20	0,021667	0,0034826	0,000	0,012231	0,031102

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos.

Tiempo	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Día 0	12	0,401000			
Día 10	12		0,419667		
Día 20	12			0,434167	
Día 30	12				0,455833
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI**

ANÁLISIS: CARBOHIDRATO

Formulaciones Días	S1	S2	S3	S4
0	74.62	71.11	69.06	66.37
30	74.12	70,70	68.64	66.03

Análisis de Varianza (ANVA)

Carbohidratos

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Formulación	71,304	3	23,768	11076,355	0,000
Días	0,349	1	0,349	162,460	0,082
Error	0,006	3	0.002		
Total	71,659	7			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones, pero **NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre los días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de **CARBOHIDRATO**, al 5% de significancia.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE CARBOHIDRATO

FORMULACIONES

(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	3,4650000*	0,2979304	0,001	2,252168	4,677832
	S3	5,5200000*	0,2979304	0,000	4,307168	6,732832
	S4	8,1700000*	0,2979304	0,000	6,957168	9,382832
S2	S1	-3,4650000*	0,2979304	0,001	-4,677832	-2,252168
	S3	2,0550000*	0,2979304	0,008	,842168	3,267832
	S4	4,7050000*	0,2979304	0,000	3,492168	5,917832
S3	S1	-5,5200000*	0,2979304	0,000	-6,732832	-4,307168
	S2	-2,0550000*	0,2979304	0,008	-3,267832	-0,842168
	S4	2,6500000*	0,2979304	0,003	1,437168	3,862832
S4	S1	-8,1700000*	0,2979304	0,000	-9,382832	-6,957168
	S2	-4,7050000*	0,2979304	0,000	-5,917832	-3,492168
	S3	-2,6500000*	0,2979304	0,003	-3,862832	-1,437168

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
s4	2	66,200000	68,850000	70,905000	74,370000
s3	2				
s2	2				
s1	2				
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI**

ANÁLISIS: CENIZA

Formulaciones Días	S1	S2	S3	S4
0	0.4056	0.6947	0.6434	0.5979
	0.4084	0.6963	0.6445	0.5952
	0.3981	0.6915	0.6499	0.5977
10	0.4066	0.6948	0.6410	0.5975
	0.3992	0.6952	0.6392	0.5961
	0.4004	0.6963	0.6435	0.6058
20	0.4036	0.6923	0.6435	0.5977
	0.4069	0.6934	0.6418	0.5955
	0.4006	0.6874	0.6404	0.5952
30	0.4014	0.6933	0.6437	0.5967
	0.4003	0.6922	0.6498	0.5966
	0.4092	0.6970	0.6428	0.5989

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Ceniza

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,581 ^a	15	0,039	3695,196	0,000
Intersección	16,402	1	16,402	1564912,504	0,000
F	0,581	3	0,194	18472,389	0,000
T	3,282E-5	3	1,094E-5	1,044	0,387
F * t	8,008E-5	9	8,898E-6	,849	0,578
Error	0,000	32	1,048E-5		
Total	16,984	48			
Total corregida	0,581	47			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones, y **NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** los días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de **CENIZA**, al 5% de significancia.

**PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE CENIZA
FORMULACIONES**

(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	-0,290342*	0,0013217	0,000	-0,293923	-0,286761
	S3	-0,240267*	0,0013217	0,000	-0,243848	-0,236686
	S4	-0,194208*	0,0013217	0,000	-0,197789	-0,190627
S2	S1	0,290342*	0,0013217	0,000	0,286761	0,293923
	S3	0,050075*	0,0013217	0,000	0,046494	0,053656
	S4	0,096133*	0,0013217	0,000	0,092552	0,099714
S3	S1	0,240267*	0,0013217	0,000	0,236686	0,243848
	S2	-0,050075*	0,0013217	0,000	-0,053656	-0,046494
	S4	0,046058*	0,0013217	0,000	0,042477	0,049639
S4	S1	0,194208*	0,0013217	0,000	0,190627	0,197789
	S2	-0,096133*	0,0013217	0,000	-0,099714	-0,092552
	S3	-0,046058*	0,0013217	0,000	-0,049639	-0,042477

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
s1	12	0,403358	0,597567	0,643625	0,693700
s4	12				
s3	12				
s2	12				
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI

ANÁLISIS: FIBRA

Formulaciones Días	S1	S2	S3	S4
0	1.4638	2.2337	2.1641	2.0465
	1.4244	2.2350	2.1662	2.0547
	1.4592	2.2251	2.1580	2.0572
10	1.4524	2.2224	2.1653	2.0444
	1.4629	2.2400	2.1603	2.0422
	1.4544	2.2478	2.1548	2.0630
20	1.4539	2.2238	2.1548	2.0559
	1.4529	2.2449	2.1564	2.0448
	1.4494	2.2350	2.1590	2.0475
30	1.4623	2.2323	2.1555	2.0541
	1.4532	2.2303	2.1675	2.0518
	1.4448	2.2383	2.1699	2.0533

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Fibra

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	4,563 ^a	15	0,304	4019,305	0,000
Intersección	187,188	1	187,188	2473388,890	0,000
F	4,563	3	1,521	20095,365	0,000
T	7,201E-5	3	2,400E-5	0,317	0,813
F * t	0,000	9	2,132E-5	0,282	0,975
Error	0,002	32	7,568E-5		
Total	191,753	48			
Total corregida	4,565	47			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones, y **NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre los días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de **FIBRA**, al 5% de significancia.

**PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE FIBRA
FORMULACIONES**

(I)Formulación	(J)Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error ttp.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	-0,781250	0,0035515	0,000	-0,790872	-0,771628
	S3	-0,708183	0,0035515	0,000	-0,717806	-0,698561
	S4	-0,598483	0,0035515	0,000	-0,608106	-0,588861
S2	S1	0,781250	0,0035515	0,000	0,771628	0,790872
	S3	0,073067	0,0035515	0,000	0,063444	0,082689
	S4	0,182767	0,0035515	0,000	0,173144	0,192389
S3	S1	0,708183	0,0035515	0,000	0,698561	0,717806
	S2	-0,073067	0,0035515	0,000	-0,082689	-0,063444
	S4	0,109700	0,0035515	0,000	0,100078	0,119322
S4	S1	0,598483	0,0035515	0,000	0,588861	0,608106
	S2	-0,182767	0,0035515	0,000	-0,192389	-0,173144
	S3	-0,109700	0,0035515	0,000	-0,119322	-0,100078

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
s1	12	1,452800			
s4	12		2,051283		
s3	12			2,160983	
s2	12				2,234050
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI**

ANÁLISIS: GRASA

Formulaciones Días	S1	S2	S3	S4
0	1.3701	2.2699	3.4679	4.3587
	1.2182	2.2114	3.2060	4.2285
	1.1426	2.2275	3.0150	4.2070
10	1.2321	2.4889	3.2772	4.2846
	1.3192	2.1253	3.2605	4.2186
	1.1611	2.0734	3.1644	4.1390
20	1.2898	2.1814	3.1644	4.2872
	1.2237	2.0571	3.2464	4.4604
	1.1335	2.2310	3.3545	4.2371
30	1.1462	2.3460	3.2509	4.2437
	1.2237	2.1300	3.2810	4.3659
	1.3072	2.2156	3.1824	4.2372

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Grasa

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	61,872 ^a	15	4,125	325,996	0,000
Intersección	360,055	1	360,055	28456,132	0,000
F	61,837	3	20,612	1629,045	0,000
T	0,002	3	0,001	0,049	0,986
F * t	0,034	9	0,004	0,295	0,971
Error	0,405	32	0,013		
Total	422,332	48			
Total corregida	62,277	47			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones, y **NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre los días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de **GRASA**, al 5% de significancia.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE GRAS

FORMULACIONES

(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	-0,982508	0,0459220	0,000	-1,106928	-0,858089
	S3	-2,008600	0,0459220	0,000	-2,133019	-1,884181
	S4	-3,041708	0,0459220	0,000	-3,166128	-2,917289
S2	S1	0,982508	0,0459220	0,000	0,858089	1,106928
	S3	-1,026092	0,0459220	0,000	-1,150511	-0,901672
	S4	-2,059200	0,0459220	0,000	-2,183619	-1,934781
S3	S1	2,008600	0,0459220	0,000	1,884181	2,133019
	S2	1,026092	0,0459220	0,000	0,901672	1,150511
	S4	-1,033108	0,0459220	0,000	-1,157528	-,908689
S4	S1	3,041708	0,0459220	0,000	2,917289	3,166128
	S2	2,059200	0,0459220	0,000	1,934781	2,183619
	S3	1,033108	0,0459220	0,000	0,908689	1,157528

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
s1	12	1,230617			
s2	12		2,213125		
s3	12			3,239217	
s4	12				4,272325
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI**

ANÁLISIS: HUMEDAD

Formulaciones Días	S1	S2	S3	S4
0	8.24	7.49	6.82	6.38
	8.30	7.50	6.81	6.36
	8.26	7.45	6.90	6.34
10	8.34	7.61	6.92	6.47
	8.38	7.70	7.01	6.46
	8.40	7.65	7.10	6.52
20	8.64	7.75	7.26	6.54
	8.47	7.82	7.18	6.56
	8.54	7.78	7.21	6.63
30	8.74	7.89	7.28	6.69
	8.78	7.84	7.31	6.70
	8.86	8.05	7.25	6.72

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Humedad

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	26,941 ^a	15	1,796	605,413	0,000
Intersección	2667,995	1	2667,995	899324,295	0,000
F	25,572	3	8,524	2873,254	0,000
T	1,308	3	0,436	147,016	0,000
F * t	0,060	9	0,007	2,264	0,043
Error	0,095	32	0,003		
Total	2695,031	48			
Total corregida	27,036	47			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones, días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de **HUMEDAD**, al 5% de significancia.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE HUMEDAD

FORMULACIONES

(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	0,781667	0,0222361	0,000	0,721421	0,841912
	S3	1,405000	0,0222361	0,000	1,344754	1,465246
	S4	1,961667	0,0222361	0,000	1,901421	2,021912
S2	S1	-0,781667	0,0222361	0,000	-0,841912	-0,721421
	S3	0,623333	0,0222361	0,000	0,563088	0,683579
	S4	1,180000	0,0222361	0,000	1,119754	1,240246
S3	S1	-1,405000	0,0222361	0,000	-1,465246	-1,344754
	S2	-0,623333	0,0222361	0,000	-0,683579	-0,563088
	S4	0,556667	0,0222361	0,000	0,496421	0,616912
S4	S1	-1,961667	0,0222361	0,000	-2,021912	-1,901421
	S2	-1,180000	0,0222361	0,000	-1,240246	-1,119754
	S3	-0,556667	0,0222361	0,000	-0,616912	-0,496421

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
s4	12	6,530833			
s3	12		7,087500		
s2	12			7,710833	
s1	12				8,492500
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

TIEMPO

(I) Tiempo	(J) Tiempo	Diferencia de medias (I-J)	Error ttp.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Día 0	Día 10	-0,145833	0,0222361	0,000	-0,206079	-0,085588
	Día 20	-0,297500	0,0222361	0,000	-0,357746	-0,237254
	Día 30	-0,441667	0,0222361	0,000	-0,501912	-0,381421
Día 10	Día 0	0,145833	0,0222361	0,000	0,085588	0,206079
	Día 20	-0,151667	0,0222361	0,000	-0,211912	-0,091421
	Día 30	-0,295833	0,0222361	0,000	-0,356079	-0,235588
Día 20	Día 0	0,297500	0,0222361	0,000	0,237254	0,357746
	Día 10	0,151667	0,0222361	0,000	0,091421	0,211912
	Día 30	-0,144167	0,0222361	0,000	-0,204412	-0,083921
Día 30	Día 0	0,441667	0,0222361	0,000	0,381421	0,501912
	Día 10	0,295833	0,0222361	0,000	0,235588	0,356079
	Día 20	0,144167	0,0222361	0,000	0,083921	0,204412

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos Homogéneos

Tiempo	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Día 0	12	7,234167			
Día 10	12		7,380000		
Día 20	12			7,531667	
Día 30	12				7,675833
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI**

ANÁLISIS: ÍNDICE DE PERÓXIDO

Formulaciones Días	S1	S2	S3	S4
0	1.0668	1.2744	1.5391	1.8273
	1.0929	1.2637	1.5484	1.8077
	1.0260	1.2621	1.5751	1.8887
10	1.4349	1.8784	2.0556	2.4699
	1.4528	1.8758	2.0562	2.4469
	1.4230	1.8406	2.0119	2.4682
20	1.9416	2.1316	2.4400	2.8090
	1.9372	2.1310	2.4402	2.8041
	1.9339	2.1248	2.4173	2.8918
30	2.3451	2.5378	2.8057	3.1331
	2.4426	2.6064	2.8379	3.1994
	2.2525	2.5817	2.8769	3.1887

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: índice de peróxido

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	16,287 ^a	15	1,086	859,630	0,000
Intersección	214,194	1	214,194	169574,763	0,000
F	5,097	3	1,699	1345,039	0,000
T	11,107	3	3,702	2930,972	0,000
F * t	,084	9	0,009	7,380	0,000
Error	,040	32	0,001		
Total	230,521	48			
Total corregida	16,328	47			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones, días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de **ÍNDICE DE PERÓXIDO**, al 5% de significancia.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE ÍNDICE DE PERÓXIDO

FORMULACIONES

(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	-0,263250	0,0145093	0,000	-0,302561	-0,223939
	S3	-0,521250	0,0145093	0,000	-0,560561	-0,481939
	S4	-0,882125	0,0145093	0,000	-0,921436	-0,842814
S2	S1	0,263250	0,0145093	0,000	0,223939	0,302561
	S3	-0,258000	0,0145093	0,000	-0,297311	-0,218689
	S4	-0,618875	0,0145093	0,000	-0,658186	-0,579564
S3	S1	0,521250	0,0145093	0,000	0,481939	0,560561
	S2	0,258000	0,0145093	0,000	0,218689	0,297311
	S4	-,360875	0,0145093	0,000	-0,400186	-0,321564
S4	S1	0,882125	0,0145093	0,000	0,842814	0,921436
	S2	0,618875	0,0145093	0,000	0,579564	0,658186
	S3	0,360875	0,0145093	0,000	0,321564	0,400186

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
s1	12	1,695775			
s2	12		1,959025		
s3	12			2,217025	
s4	12				2,577900
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

TIEMPO

(I)Tiempo	(J)Tiempo	Diferencia de medias (I-J)	Error tfp.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Día 0	Día 10	-0,520167	0,0145093	0,000	-0,559478	-0,480856
	Día 20	-0,902525	0,0145093	0,000	-0,941836	-0,863214
	Día 30	-1,302967	0,0145093	0,000	-1,342278	-1,263656
Día 10	Día 0	0,520167	0,0145093	0,000	0,480856	0,559478
	Día 20	-0,382358	0,0145093	0,000	-0,421669	-0,343047
	Día 30	-0,782800	0,0145093	0,000	-0,822111	-0,743489
Día 20	Día 0	0,902525	0,0145093	0,000	0,863214	0,941836
	Día 10	0,382358	0,0145093	0,000	0,343047	0,421669
	Día 30	-0,400442	0,0145093	0,000	-0,439753	-0,361131
Día 30	Día 0	1,302967	0,0145093	0,000	1,263656	1,342278
	Día 10	0,782800	0,0145093	0,000	0,743489	0,822111
	Día 20	0,400442	0,0145093	0,000	0,361131	0,439753

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos Homogéneos

Tiempo	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Día 0	12	1,431017			
Día 10	12		1,951183		
Día 20	12			2,333542	
Día 30	12				2,733983
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI**

ANÁLISIS: pH

Formulaciones Días	S1	S2	S3	S4
0	6.270	6.180	6.210	6.250
	6.280	6.170	6.200	6.240
	6.290	6.180	6.230	6.250
10	6.130	5.820	5.910	6.030
	6.120	5.840	5.920	6.000
	6.140	5.850	5.930	6.020
20	6.050	5.770	5.870	5.920
	6.040	5.760	5.880	5.910
	6.060	5.750	5.860	5.900
30	5.960	5.680	5.760	5.850
	5.950	5.690	5.770	5.840
	5.940	5.680	5.740	5.820

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: pH

Origen	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,595 ^a	15	0,106	823,337	0,000
Intersección	1714,945	1	1714,945	13276991,629	0,000
F	,366	3	0,122	944,532	0,000
T	1,187	3	0,396	3063,414	0,000
F * t	,042	9	0,005	36,246	0,000
Error	,004	32	0,000		
Total	1716,544	48			
Total corregida	1,599	47			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones, días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de pH, al 5% de significancia.

**PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE PH
FORMULACIONES**

(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error t _{íp.}	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	0,238333	0,0046398	0,000	0,225762	0,250904
	S3	0,162500	0,0046398	0,000	0,149929	0,175071
	S4	0,100000	0,0046398	0,000	0,087429	0,112571
S2	S1	-0,238333	0,0046398	0,000	-0,250904	-0,225762
	S3	-0,075833	0,0046398	0,000	-0,088404	-0,063262
	S4	-0,138333	0,0046398	0,000	-,150904	-,125762
S3	S1	-0,162500	0,0046398	0,000	-0,175071	-0,149929
	S2	0,075833	0,0046398	0,000	0,063262	0,088404
	S4	-0,062500	0,0046398	0,000	-0,075071	-0,049929
S4	S1	-0,100000	0,0046398	0,000	-0,112571	-0,087429
	S2	0,138333	0,0046398	0,000	0,125762	0,150904
	S3	0,062500	0,0046398	0,000	0,049929	0,075071

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
s2	12	5,864167			
s3	12		5,940000		
s4	12			6,002500	
s1	12				6,102500
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

TIEMPO

(I)Tiempo	(J)Tiempo	Diferencia de medias (I-J)	Error ttp.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Día 0	Día 10	0,253333	0,0046398	0,000	0,240762	0,265904
	Día 20	0,331667*	0,0046398	0,000	0,319096	0,344238
	Día 30	0,422500*	0,0046398	0,000	0,409929	0,435071
Día 10	Día 0	-0,253333	0,0046398	0,000	-0,265904	-,240762
	Día 20	0,078333*	0,0046398	0,000	0,065762	0,090904
	Día 30	0,169167*	0,0046398	0,000	0,156596	0,181738
Día 20	Día 0	-0,331667	0,0046398	0,000	-0,344238	-0,319096
	Día 10	-0,078333*	0,0046398	0,000	-,090904	-0,065762
	Día 30	0,090833*	0,0046398	0,000	0,078262	,103404
Día 30	Día 0	-0,422500	0,0046398	0,000	-0,435071	-0,409929
	Día 10	-0,169167*	0,0046398	0,000	-0,181738	-0,156596
	Día 20	-0,090833*	0,0046398	0,000	-,103404	-0,078262

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos Homogéneos

Tiempo	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Día 30	12	5,806667			
Día 20	12		5,897500		
Día 10	12			5,975833	
Día 0	12				6,229167
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI**

ANÁLISIS: PROTEÍNA

Formulaciones Días	S1	S2	S3	S4
0	14.02	16.25	18.06	20.36
30	14.00	16.22	18.03	20.33

Análisis de Varianza (ANVA)

Proteínas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Formulación	43,411	3	14,470	1157630,349	0,000
Días	0,002	1	0,002	121,000	0,930
Error	0,000	3	0,000		
Total	43,413	7			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones y **NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** con respecto a los días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de **PROTEÍNA**, al 5% de significancia.

**PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE PROTEÍNA
FORMULACIONES**

(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
s1	s2	-2,2250000	,0196850	,000	-2,305135	-2,144865
	s3	-4,0350000	,0196850	,000	-4,115135	-3,954865
	s4	-6,3350000	,0196850	,000	-6,415135	-6,254865
s2	s1	2,2250000	,0196850	,000	2,144865	2,305135
	s3	-1,8100000	,0196850	,000	-1,890135	-1,729865
	s4	-4,1100000	,0196850	,000	-4,190135	-4,029865
s3	s1	4,0350000	,0196850	,000	3,954865	4,115135
	s2	1,8100000	,0196850	,000	1,729865	1,890135
	s4	-2,3000000	,0196850	,000	-2,380135	-2,219865
s4	s1	6,3350000	,0196850	,000	6,254865	6,415135
	s2	4,1100000	,0196850	,000	4,029865	4,190135
	s3	2,3000000	,0196850	,000	2,219865	2,380135

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
s1	2	14,010000			
s2	2		16,235000		
s3	2			18,045000	
s4	2				20,345000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI**

ANALISIS: TEXTURA

Formulaciones Días	S1	S2	S3	S4
0	5.5300	10.4300	8.4300	5.8700
	4.1900	10.4100	9.9100	13.1600
	10.8400	11.6000	13.2200	8.1800
10	4.8100	6.2900	10.5800	7.2200
	5.1100	11.2200	9.9100	12.1600
	8.9400	10.6000	12.2200	8.1800
20	4.5700	11.1000	13.2200	9.6500
	10.3200	5.2500	12.1500	7.1800
	5.6200	6.4600	7.9500	11.3000
30	6.9400	6.1500	5.4400	14.5100
	8.8100	10.4400	14.7400	12.4900
	5.1800	7.7200	3.6300	3.8300

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Textura

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	119,263 ^a	15	7,951	0,794	0,675
Intersección	3739,329	1	3739,329	373,429	0,000
F	77,641	3	25,880	2,585	0,070
T	6,147	3	2,049	0,205	0,892
F * t	35,474	9	3,942	0,394	0,929
Error	320,431	32	10,013		
Total	4179,023	48			
Total corregida	439,694	47			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones, días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de **TEXTURA**, al 5% de significancia.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI**

ANÁLISIS: COLOR - LUMINOSIDAD (L)

Formulaciones Días	S1	S2	S3	S4
0	92.91	91.87	90.84	89.88
	92.82	91.60	90.73	89.82
	92.67	91.65	90.95	89.74
10	92.55	91.53	90.64	89.68
	92.78	91.76	90.63	89.62
	92.65	91.75	90.55	89.54
20	92.23	91.01	90.12	89.34
	92.34	91.21	90.24	89.09
	92.32	91.23	90.26	89.26
30	92.04	90.84	89.82	88.82
	92.12	90.81	89.58	88.73
	92.04	90.73	89.85	88.92

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Luminosidad (L)

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	69,524 ^a	15	4,635	445,401	0,000
Intersección	396416,743	1	396416,743	38094101,406	0,000
F	62,977	3	20,992	2017,286	0,000
T	6,398	3	2,133	204,931	0,000
F * t	0,150	9	0,017	1,596	0,158
Error	0,333	32	0,010		
Total	396486,600	48			
Total corregida	69,857	47			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones y los días y **NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis del **COLOR-LUMINOSIDAD**, al 5% de significancia.

**PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE COLOR-LUMINOSIDAD
FORMULACIONES**

(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error ttp.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	1,123333*	0,0416458	0,000	1,010500	1,236167
	S3	2,105000*	0,0416458	0,000	1,992166	2,217834
	S4	3,085833*	0,0416458	0,000	2,973000	3,198667
S2	S1	-1,123333*	0,0416458	0,000	-1,236167	-1,010500
	S3	,981667*	0,0416458	0,000	0,868833	1,094500
	S4	1,962500*	0,0416458	0,000	1,849666	2,075334
S3	S1	-2,105000*	0,0416458	0,000	-2,217834	-1,992166
	S2	-,981667*	0,0416458	0,000	-1,094500	-0,868833
	S4	,980833*	0,0416458	0,000	0,868000	1,093667
S4	S1	-3,085833*	0,0416458	00,00	-3,198667	-2,973000
	S2	-1,962500*	0,0416458	0,000	-2,075334	-1,849666
	S3	-,980833*	0,0416458	0,000	-1,093667	-0,868000

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
s4	12	89,370000			
s3	12		90,350833		
s2	12			91,332500	
s1	12				92,455833
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

TIEMPO

(I)Tiempo	(J)Tiempo	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Día 0	Día 10	0,150000*	0,0416458	0,006	0,037166	0,262834
	Día 20	0,569167*	0,0416458	0,000	0,456333	0,682000
	Día 30	0,931667*	0,0416458	,000	0,818833	1,044500
Día 10	Día 0	-0,150000*	0,0416458	0,006	-0,262834	-0,037166
	Día 20	0,419167*	0,0416458	0,000	0,306333	0,532000
	Día 30	0,781667*	0,0416458	0,000	0,668833	0,894500
Día 20	Día 0	-0,569167*	0,0416458	0,000	-0,682000	-0,456333
	Día 10	-0,419167*	0,0416458	0,000	-0,532000	-0,306333
	Día 30	0,362500*	0,0416458	0,000	0,249666	0,475334
Día 30	Día 0	-0,931667*	0,0416458	0,000	-1,044500	-0,818833
	Día 10	-0,781667*	0,0416458	0,000	-0,894500	-0,668833
	Día 20	-0,362500*	0,0416458	0,000	-0,475334	-0,249666

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Tiempo	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Día 30	12	90,358333			
Día 20	12		90,720833		
Día 10	12			91,140000	
Día 0	12				91,290000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS
ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI**

ANÁLISIS: COLOR - CROMACIDAD (C)

Formulaciones Días	S1	S2	S3	S4
0	20.31	22.04	23.48	22.28
	19.45	22.33	19.43	25.84
	18.01	23.14	20.44	20.64
10	20.35	22.44	23.07	22.06
	19.35	22.35	19.43	25.32
	18.36	23.26	20.02	20.34
20	20.06	22.28	23.04	22.13
	19.23	22.32	19.47	25.21
	18.30	23.95	20.26	20.01
30	20.23	22.45	23.34	22.04
	19.02	22.05	19.44	25.13
	18.24	23.72	20.28	20.11

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Cromacidad (C)

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	96,007 ^a	15	6,400	2,087	0,040
Intersección	21932,888	1	21932,888	7151,538	0,000
F	95,161	3	31,720	10,343	0,000
T	0,090	3	0,030	0,010	0,999
F * t	0,757	9	0,084	0,027	1,000
Error	98,140	32	3,067		
Total	22127,035	48			
Total corregida	194,147	47			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones, y **NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre los días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de **COLOR-CROMACIDAD**, al 5% de significancia.

**PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE COLOR-CROMACIDAD
FORMULACIONES**

(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	-3,451667	0,7149449	0,000	-5,388711	-1,514622
	S3	-1,732500	0,7149449	0,093	-3,669544	0,204544
	S4	-3,350000*	0,7149449	0,000	-5,287044	-1,412956
S2	S1	3,451667	,7149449	0,000	1,514622	5,388711
	S3	1,719167	0,7149449	0,097	-0,217878	3,656211
	S4	0,101667	0,7149449	0,999	-1,835378	2,038711
S3	S1	1,732500	0,7149449	0,093	-0,204544	3,669544
	S2	-1,719167	0,7149449	0,097	-3,656211	0,217878
	S4	-1,617500	,7149449	0,128	-3,554544	0,319544
S4	S1	3,350000	0,7149449	0,000	1,412956	5,287044
	S2	-0,101667	0,7149449	0,999	-2,038711	1,835378
	S3	1,617500	0,7149449	0,128	-0,319544	3,554544

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto	
		1	2
s1	12	19,242500	
s3	12	20,975000	20,975000
s4	12		22,592500
s2	12		22,694167
Sig.		0,093	0,097

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI

ANÁLISIS: COLOR - ÁNGULO DE TONALIDAD (H)

Formulaciones Días	S1	S2	S3	S4
	0	88.05	86.57	86.49
89.82		86.89	89.44	89.69
89.76		87.47	87.59	88.67
10	87.92	87.37	86.65	87.19
	89.76	88.82	88.64	89.28
	89.81	87.46	88.99	89.01
20	87.59	87.40	87.39	87.36
	88.87	89.38	89.18	89.04
	89.93	87.92	87.31	89.17
30	88.81	87.28	87.49	87.37
	88.92	88.55	88.97	89.23
	88.56	88.96	88.79	89.32

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Ángulo de tonalidad (H)

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	13,605 ^a	15	,907	0,784	0,685
Intersección	374598,703	1	374598,703	323692,640	0,000
F	8,988	3	2,996	2,589	0,070
t	1,429	3	0,476	0,412	0,746
F * t	3,187	9	0,354	0,306	0,967
Error	37,033	32	1,157		
Total	374649,340	48			
Total corregida	50,637	47			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones, días y formulaciones- días aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de **COLOR-ÁNGULO DE TONALIDAD**, al 5% de significancia.

ANEXO 12: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinua wild.*) Y TARWI (*Lupinus mutabilis sweet*)"- TIEMPO DE COCCIÓN, EN ALMACENAMIENTO DURANTE UN MES EN CONDICIONES ACELERADAS.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA Y TARWI

ANÁLISIS: TIEMPO DE COCCIÓN

Formulaciones Días	S1	S2	S3	S4
	0	12	14	16
13		16	17	20
11		12	15	16
30	12	14	17	20
	14	15	16	16
	10	13	15	18

Análisis de Varianza (ANVA)

Variable dependiente: Tiempo de cocción

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	120,000 ^a	7	17,143	6,857	0,001
Intersección	5400,000	1	5400,000	2160,000	0,000
F	120,000	3	40,000	16,000	0,000
T	0,000	1	0,000	,000	1,000
F * t	0,000	3	0,000	,000	1,000
Error	40,000	16	2,500		
Total	5560,000	24			
Total corregida	160,000	23			

CONCLUSIÓN: Se ha establecido que **SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre las formulaciones, y **NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS** entre los días y formulaciones – días, aplicados en la elaboración de pastas, con respecto al análisis de **TIEMPO DE COCCIÓN**, al 5% de significancia.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY PARA EL ANÁLISIS DE FIBRA

FORMULACIONES

(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
S1	S2	-2,000000	0,9128709	0,168	-4,611742	0,611742
	S3	-4,000000*	0,9128709	0,002	-6,611742	-1,388258
	S4	-6,000000*	0,9128709	0,000	-8,611742	-3,388258
S2	S1	2,000000	0,9128709	0,168	-,611742	4,611742
	S3	-2,000000	0,9128709	0,168	-4,611742	0,611742
	S4	-4,000000*	0,9128709	0,002	-6,611742	-1,388258
S3	S1	4,000000*	0,9128709	0,002	1,388258	6,611742
	S2	2,000000	0,9128709	0,168	-0,611742	4,611742
	S4	-2,000000	0,9128709	0,168	-4,611742	0,611742
S4	S1	6,000000*	0,9128709	0,000	3,388258	8,611742
	S2	4,000000*	0,9128709	0,002	1,388258	6,611742
	S3	2,000000	0,9128709	0,168	-0,611742	4,611742

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos Homogéneos

Formulación	N	Subconjunto		
		1	2	3
s1	6	12,000000		
s2	6	14,000000	14,000000	
s3	6		16,000000	16,000000
s4	6			18,000000
Sig.		0,168	0,168	0,168

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

ANEXO 13: COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa wild.*) Y TARWI (*Lupinus mutabilis sweet*)'- COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LA FORMULACIÓN S3

COSTOS DE PRODUCCIÓN S3				
DESCRIPCION	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO/Kg	PRECIO TOTAL
INGREDIENTES				
H. de trigo	g	400.0000	0.42	0.8880
H. de quinua	g	50.0000	1.20	0.5075
H. de tarwi	g	50.0000	0.50	0.5125
Huevo	u	2.0000	0.07	0.5000
Sal	g	0.2500		0.0003
Subtotal				2.4080
MANO DE OBRA				
Obreros	Jornal/día	15 minutos	30.0000	0.9375
INSUMOS				
Bolsa de polipropileno	u	1.0000	7.0000	0.0700
Agua	m ³	0.0005	1.0250	0.0005
Secado	Kg	0.5000	3.5000	0.0250
Subtotal				0.0955
COSTO TOTAL POR TRATAMIENTO				3.4410

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



I. DATOS GENERALES (PRE GRADO):

1.1. UNIVERSIDAD:

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

1.2. ESCUELA O CARRERA PROFESIONAL:

INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

1.3. TITULO DE TRABAJO:

“EVALUACIÓN TECNOLÓGICA Y SENSORIAL DE PASTAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinua wild.*) Y TARWI (*Lupinus mutabilis sweet*)”

1.4. AREA DE INVESTIGACION:

EXPERIMENTAL Y APLICADO

1.5. AUTORES:

DNI: 45942169, PANTOJA TIRADO LUCIA RUTH

DNI: 45301893, PRIETO ROSALES GINO PAUL

1.6. TITULO PROFESIONAL AL QUE CONDUCE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

1.7. AÑO DE APROBACION DE LA SUSTENTACION:

2014



II. CONTENIDO DEL RESUMEN:

2.1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO:

2.1.1. Objetivo de la Investigación:

- **Social:**

Los problemas de malnutrición y hambre en los países en desarrollo, se sustentan en la falta de inclusión de micronutrientes en la dieta y en el bajo consumo de alimentos que contengan buena disponibilidad de proteína, energía y micronutrientes; afirmaciones que son corroboradas Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2012. La pasta es un alimento de consumo masivo y de alta aceptabilidad a nivel mundial, debido a su bajo costo, su facilidad de preparación y almacenamiento. Es por ello que en la investigación se planteó desarrollar un nuevo tipo de pastas alimenticias enriquecidas, incorporando nuevas fuentes de proteína, utilizando la harina de quinua y la harina de tarwi.

- **Económico:**

Si se demuestra que es posible sustituir la harina de trigo por harina de quinua y harina de tarwi en la elaboración de pastas hasta cierto porcentaje, sin disminuir su calidad nutricional y sensorial, se estará aportando al desarrollo socio-económico de los agricultores, que incrementarían las hectáreas de cultivo de quinua y tarwi.

Al elaborar las pastas, se puede crear la tecnología necesaria y barata para competir con la tecnología actual, haciendo así empresa en el Perú, permitiendo aprovechar mejor este cereal y leguminosa y así reducir los costos del producto.



- **Científico:**

La harina de quinua el cual tiene un excepcional valor nutritivo, con grandes cantidades de carbohidratos, proteínas vegetales y un excelente balance de aminoácidos esenciales y fibra, es el cereal de mayor y más completa composición en aminoácidos que existe en nuestro planeta, contiene 20 aminoácidos incluidos los 10 esenciales para el ser humano; la harina de tarwi que tiene un alto valor nutritivo, que se distingue por su alto contenido de proteína así lo destaco la INIIAP(2013), debido a su alto contenido de proteína y grasas, el tarwi es conocido como la soya andina, en relación con otras leguminosas el chocho contiene mayor porcentaje de proteína (42-51%) y es particularmente rico en lisina, el incremento del consumo de tarwi mejorará la salud y el estado nutricional de las poblaciones marginales en el Perú.

2.1.2. Formulación del Problema:

¿Cuál será la mejor evaluación tecnológica y sensorial de las pastas alimenticias enriquecidas con harina quinua (*Chenopodium quinua wild.*) y tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) para obtener un producto de mayor cantidad proteico y sensorial?

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



2.2. OBJETIVOS:

2.2.1. Objetivo General:

- Evaluar tecnológica y sensorialmente las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi para obtener un producto de mayor calidad nutricional y sensorial.

2.2.2. Objetivos Específicos:

- Determinar los análisis físicos-químicos de las harinas de Tarwi, Quinua y trigo.
- Evaluar las características reológicas de las mezclas de las harinas.
- Determinar el valor nutricional de las formulaciones de pasta.
- Realizar los análisis sensoriales: color, olor, sabor, textura de las pastas obtenidas.
- Determinar la vida útil de las pastas obtenidas mediante pruebas aceleradas.

2.3. HIPOTESIS:

La mejor formulación y evaluación de pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, es un 10% de harina de quinua y 10% de harina de tarwi, el cual permite la obtención de un producto de mayor cantidad proteica y sensorial. Según Sánchez H, et al., (2009); de la evaluación de la calidad de los fideos, se deduce que hasta una sustitución del 20% se obtienen valores aceptables de calidad, que a mayores sustituciones. Y en las pruebas sensoriales de los fideos cocidos con salsa y sin salsa, se notó mayor preferencia por los fideos con menor sustitución. Según Astaíza M. et al., (2010); la sustitución de harina de quinua en la elaboración de pastas fue hasta un 30%, el cual permitió la



obtención de un producto de mayor calidad nutricional y de excelente aceptación por el consumidor.

2.4. MARCO TEORICO:

2.4.1. Pastas:

Las pastas (pastas alimenticias) constituyen los productos, derivados de los cereales, más simples utilizados en la dieta humana. Las pastas alimenticias incluyen productos tales como espaguetis, macarrones, fideos y tallarines. Estos productos se elaboran generalmente mediante mezcla de semolina de trigo (preferentemente a partir del 100% de *Triticum durum*) con una mínima parte de agua para obtener una pasta no leudante. En áreas en donde no existe disponibilidad de trigo se utiliza el cereal propio del lugar o incluso otros almidones.

Los tipos de pasta largas tradicionales (por ej. espaguetis) se hacen en Italia a partir de trigo duro, pero en otros lugares se pueden hacer con el cereal propio del lugar como ocurre con el arroz en Asia.

La pasta se moldea (normalmente mediante extrusión) antes de que se cueza o se deseque cuidadosamente y se envase. **David A. et al. (2003).**

La pasta enriquecida y la fortificada es un alimento que no debe faltar en la dieta de los niños o las mujeres embarazadas, ya que aporta un mayor valor nutritivo que la pasta tradicional.

Se cree que fue Marco Polo el que en uno de sus viajes trajo la pasta a Europa desde la China. Desde entonces, la pasta

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



es uno de los alimentos más consumidos no solo por su sabor, sino también por su bajo costo y sus efectos beneficiosos.

El valor nutritivo de las pastas depende de su composición. Existen varios tipos de pasta: fresca, seca, integral, rellena y las que tienen suplementos llamadas pastas fortificadas y enriquecidas.

Las pastas enriquecidas son aquellas que contienen suplementos (ya sean naturales o preparados) de vitaminas y minerales, como hierro, germen de trigo, levadura de cerveza y vitaminas del grupo B (ácido fólico).

La pasta fortificada contiene suplementos de proteínas, como leche, huevo, soja y gluten de trigo.

Además, la pasta contiene carbohidratos, muy importante en la dieta de los niños ya que es fuente de energía.

Al contrario de lo que se cree, la pasta no engorda, ya que contiene hidratos de carbono de absorción lenta. Lo que engorda son las salsas y otras grasas que se le añaden a la pasta.

La pasta debe de consumirse al menos una vez por semana, aunque se recomienda que sea hasta 3 veces por semana, sobre todo en niños y deportistas.

La pasta enriquecida es muy recomendable durante el embarazo, ya que contiene ácido fólico, una vitamina muy necesaria en esta etapa.



2.4.2. Trigo:

El trigo es el cereal más adecuado para la elaboración de la pasta, sus proteínas tienen la capacidad de interactuar entre ellas y con otros componentes como los lípidos, para formar complejos de lipoproteínas viscoelásticas (gluten), que contribuyen al desarrollo de la masa y previenen la disgregación de la pasta durante la cocción en agua caliente. Por tanto, la harina de trigo, es la materia prima ideal para la fabricación de pasta. Sin embargo, la pasta de trigo es un alimento nutricionalmente no balanceado, debido a su escaso contenido de grasa y al bajo valor biológico de su proteína, originado por las deficiencias de lisina. **Astaíza M. et. al., (2010).**

2.4.3. Tarwi:

La especie de leguminosa *Lupinus mutabilis* (tarwi), se cultiva tradicionalmente en los Andes desde los 1 500 msnm, encontrándose en Perú, Colombia, Ecuador, Venezuela, Bolivia, Chile y Argentina. Sus semillas son usadas en la alimentación humana, ya que esta especie ocupa uno de los primeros lugares entre los alimentos nativos con elevado contenido de proteínas y aceites a nivel mundial

El tarwi es un grano rico en proteínas y grasas, razón por la cual debería formar parte de nuestra dieta. Su contenido proteico es incluso superior al de la soya y su contenido en grasa es similar. Las semillas excepcionalmente nutritivas.

Las proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso, estudios realizados en más de 300 diferentes genotipos muestran que la proteína varía de 41- 51 % y el aceite de 14-



24 %. En base a análisis bromatológico, posee en promedio 35,5% de proteína, 16,9 % de aceites, 7,65 % de fibra cruda, 4,15 % de cenizas y 35,77 % de carbohidratos, encontrando correlación positiva entre proteína y alcaloides, mientras que es negativa entre proteína y aceite. **Benjamín C, et al., (2008).**

2.4.4. Quinua:

La quinua es un grano andino ancestral y diverso. Tiene su origen en el altiplano peruano y boliviano, pero su cultivo es posible en zonas a nivel del mar y hasta los cuatro mil metro de altura. Tanto los climas secos o lluviosos permiten que sus diferentes variedades- unas tres mil, según los estudios realizados-pueden desarrollarse en climas secos o lluviosos. Los estudios encontrados nos hablan de las múltiples propiedades nutritivas de la quinua, entre las que destacan la lisina, un aminoácido que no se encuentra en los vegetales y que es fundamental para la salud y la energía; el calcio, el fosforo, el hierro y el magnesio, minerales que ayudan a tener un sistema óseo fuerte y saludable; los fitoestrógenos indicados para el tratamiento de la osteoporosis; y el litio que evita el estrés, la melancolía, la pena y la depresión. **Manuela R, (2007).**

2.4.5. Definición de términos básicos:

- **Análisis reológicos:**

Es la ciencia de la deformación y el flujo de la materia. Esta, como toda una definición de la rama de la ciencia, lleva implícita una serie de preguntas fundamentales sobre

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



el por qué, el cómo, la medida y el objeto material del fenómeno a estudiar.

- **Análisis sensoriales:**

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos, las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos y son, por tanto, la apariencia, el olor, el aroma, el gusto.

- **Bacterias aerobias mesófilas viables:**

Es la cuantificación de microorganismos por conteo de colonias, ha sido ampliamente utilizada para determinar poblaciones microbianas viables en los alimentos, este procedimiento está basado en la presunción de que cada célula microbiana en una muestra se formara a simple vista, con colonias separadas cuando son mezcladas con el agar u otro medio sólido que permita su crecimiento.

- **Vida útil:**

La vida útil o vida de almacén de un alimento se define como el tiempo que transcurre hasta que el producto se convierte en inaceptable. En muchos casos la vida útil es el periodo de tiempo durante el cual el producto permanece en buenas condiciones de venta. La duración de la vida útil de un alimento dado depende de un número de factores, como método de procesado, de envasado, y condiciones de almacenamiento. **Ingrid J, (2010).**



2.5. CONCLUSIONES:

- La composición química proximal de la harina de trigo para la elaboración de pastas alimenticias es: Proteína (13.74%), Humedad ($13.36 \pm 0.15\%$), Cenizas ($0.41 \pm 0.01\%$), Grasa ($1.30 \pm 0.02\%$), Fibra ($1.46 \pm 0.02\%$) y Carbohidratos (69.73%).

La composición química proximal de la harina de quinua es: Proteína (9.05%), Humedad ($10.48 \pm 0.12\%$), Cenizas ($2.44 \pm 0.05\%$), Grasa ($2.53 \pm 0.02\%$), Fibra ($3.11 \pm 0.03\%$) y Carbohidratos (72.39%).

La composición química proximal de la harina de tarwi es: Proteína (49.04%), Humedad ($6.33 \pm 0.15\%$), Cenizas ($2.85 \pm 0.04\%$), Grasa ($27.32 \pm 0.25\%$), Fibra ($2.94 \pm 0.05\%$) y Carbohidratos (11.52%).

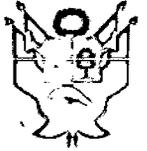
- El comportamiento reológico de la formulación S1 y S3 para la elaboración de las pastas alimenticias son:

Análisis amilográfico: Determina la temperatura de gelatinización ($^{\circ}\text{C}$) para $S1=89.8 \pm 0.02$ y $S3=88.3 \pm 0.02$; y máxima gelatinización (UA) para $S1=1018 \pm 1.00$ y $S3=693.67 \pm 1.53$. En las cuales estadísticamente tienen diferencias significativas, al 5% de significancia.

Análisis Farinográfico: Determina el porcentaje de absorción de agua para $S1=56.7 \pm 0.10$ y $S3=64.4 \pm 0.10$; consistencia (FE) para $S1=525.67 \pm 2.52$ y $S3=834 \pm 1.00$; y tiempo óptimo de desarrollo (min) para $S1=5.58 \pm 0.10$ y $S3=2.41 \pm 0.11$. En las cuales estadísticamente tienen diferencias significativas, al 5% de significancia.

Análisis extensográfico: Determina la extensibilidad (mm) para $S1=98.00 \pm 1.00$ y $S3=62.33 \pm 1.53$; la resistencia a la extensión (BU) para $S1=1192.33 \pm 2.08$ y $S3=646.33 \pm 2.08$; y máximo (BU) para $S1=1491.33 \pm 1.53$ y $S3=814.00 \pm 2.00$. En las cuales

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



estadísticamente tienen diferencias significativas, al 5% de significancia.

- La composición físico-químico de la pasta alimenticia S3 (80% H. Trigo, 10% H. Tarwi y 10% H. Quinoa), es: Proteína = 18.06%, humedad = $6.84 \pm 0.05\%$, grasa = $3.23 \pm 0.23\%$, cenizas = $0.646 \pm 0.004\%$, fibra = $2.163 \pm 0.004\%$, carbohidratos = 69.06%, índice de peróxido = 1.55 ± 0.019 (mEqO₂/Kg. de grasa) y textura = 10.52 ± 2.5 mJ.
- La evaluación sensorial realizada con panelistas semi entrenados, determino las dos mejores formulaciones siendo: S1 (100 % H. Trigo) y S3 (80 % H. Trigo, 10% H. Tarwi y 10% H. Quinoa); se notó mayor preferencia por los fideos con menor sustitución, pudiendo ser aceptables los fideos hasta un 10% de harina de quinua y 10% de harina de tarwi, ya que cuando se realizó la prueba de significación de tukey se encontró que no existen diferencias significativas entre la formulación S1 y S3. Considerando que los fideos analizado en sopa mejoro la aceptabilidad de todos los atributos estudiados.
- La acidez tituble se ve afectado negativamente, durante el periodo de almacenamiento en condiciones aceleradas de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, sobrepasando el límite máximo permitido por la (N.T.P.206.010.1981. revisada el 2011). Y mediante las ecuaciones correspondientes de determinó que el tiempo de vida útil a temperatura ambiente (25°C) para un Q10=3.0. es de: S1=13 meses, S2=7 meses, S3=9 meses. S4=11 meses.



2.6. RECOMENDACIONES:

- Se recomienda fomentar la producción de quinua y tarwi a los agricultores, potenciar las características nutritivas, aprovechar sus bondades intrínsecas como es la proteína, grasas insaturadas, vitaminas y minerales; además hidratos de carbono y el alto contenido de fibra dietética, cuyos componentes se concentren en alimentos básicos para la humanidad.
- Realizar el análisis de alcaloides del grano de tarwi, mediante cromatografía de gases para determinar la eficiencia del desamargado.
- Realizar el análisis de estimación del contenido de saponinas en grano de quinua, mediante el equipo agitador electromagnético.
- Difundir el empleo de la quinua y tarwi en la elaboración de pastas, productos de panificación, snacks y extruidos por sus excelentes propiedades nutritivas.
- Elaborar las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, utilizando máquinas semiautomáticas o automáticas adecuadas para tal fin, para mejorar la calidad de los mismos.
- Realizar pruebas de almacenamiento en condiciones aceleradas a las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, para determinar experimentalmente el orden de la reacción, la velocidad de reacción y la vida útil de las pastas.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



- Se recomienda realizar la intención de compra, para así poder determinar la aceptabilidad del producto en el mercado.

2.7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- Astaiza M., Ruiz L., Elizalde A., "Elaboración de pastas enriquecidas a partir de harina de quinua (*Chenopodium quinua* wild.) y zanahoria (*Daucus carota*)", 2010.
- Benjamín Castañeda Castañeda¹, Renán Manrique M.², Fabricio Gamarra Castillo³, Ana Muñoz Jáuregui⁴, Fernando Ramos E.⁵, Frank Lizaraso Caparó⁶, Jorge Martínez H.⁷. "Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis* sweet (chocho o tarwi)" 2008.
- Dendy, David A.V., Dobras. k, Bogdan J. "Cereales y productos derivados: química y tecnología", Editorial Zaragoza, Acribia 2003.
- Ingrid Johanna De La Espriella Martinez, "Determinación de la vida útil de spaghetti y fideos doria (elaborados en barranquilla) bajo condiciones aceleradas", 2010.
- Jara, C. 2006. "Estudio de la propiedades reológicas de la masa para pastas a base de harina de quinua". Universidad de Chile.
- Manuela Ramos, "El camino de la quinua", 2007.
- Sánchez Herrera, Daniel Ruben, Valderrama Curo, Donal Jesús, "Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet) en la calidad de fideos", 2009.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



Páginas web:

- <http://es.scribd.com/doc/61824656/8/Composicion=quimica=y=valor-nutricional>
- <http://www.conocimiento.gob.ec/el-chocho-es-una-alternativa-para-una-mejor-alimentacion-de-los-ecuatorianos/>
- <http://consultorios.universia.edu.pe/2007/11/07/porque-debemos-consumir-quinua/>
- http://www.biotika.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=56&showall=1
- <http://www.slideshare.net/IvanHinojosa1/09-proc-tarwi-16724707>
- http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/revista/ediciones/46/cadenas/Farinaceos_Pastas_alimenticias.htm
- <http://www.entrechiquitines.com/recetas/la-pasta-enriquecida-y-fortificada/>